



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

ILKKA HAAVISTO

TIETOMALLINTAMINEN KORJAUSRAKENTAMISEN RAKENNE-
SUUNNITTELUSSA

Diplomityö

Tarkastaja: Professori Jarmo Laiti-
nen

Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Tuotantotalouden ja rakentamisen
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
6. maaliskuuta 2013

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

HAAVISTO, ILKKA: Tietomallintaminen korjausrakentamisen rakennesuunnittelussa

Diplomityö, 74 sivua, 5 liitesivua

Kesäkuu 2013

Pääaine: Rakennesuunnittelu

Tarkastaja: Professori Jarmo Laitinen

Avainsanat: Tietomalli, rakennesuunnittelu, korjausrakentaminen, inventointimalli

Rakennuskanta on merkittävä osa kansallisvarallisuutta, joten sitä on tärkeää ylläpitää asianmukaisesti. Korjausrakentamisella on siis suuri merkitys rakennuskannan ylläpidossa. Tietomallintaminen on pitkälti keskittynyt uudisrakentamiseen, mutta sen mahdollisuuksia kannattaa tutkia myös korjausrakentamisessa. Erona uudisrakentamiseen kuitenkin on, että joudutaan toimimaan vanhojen rakenteiden parissa. Tämän diplomityön tarkoitus on tutkia, kannattaako tietomallintamista käyttää korjausrakentamisen rakennesuunnittelussa ja mitä on otettava huomioon. Tietomallintamisessa on kuitenkin kyse kokonaisuudesta, joten lisäksi tutkitaan rakennesuunnittelijan tietomallin merkitystä muille osapuolille. Korjausrakentamiseen liittyy keskeisesti myös inventointimalli, joten myös sen merkitystä eri osapuolille tutkitaan.

Diplomityössä aineistoa kerättiin kahdella tavalla. Alussa tehtiin kysely rakennesuunnittelijoille ja sillä pyrittiin selvittämään tietomallintamisen nykytilaa sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Seuraavassa vaiheessa taas tehtiin haastatteluita rakennesuunnittelijoille sekä muille rakennushankkeiden osapuolille. Rakennesuunnittelijoiden haastatteluilla pyrittiin tarkentamaan tilannetta korjausrakentamisessa ja muiden osapuolien osalta pyrittiin selvittämään yleisemmin tietomallintamisen käyttöä.

Diplomityöstä saadut tulokset eivät olleet yksiselitteisiä vaan tulokset olivat enemmänkin huomioita keskeisistä asioista. Keskeisin havainto kuitenkin oli, että korjausrakentamisessa rakennesuunnittelu keskittyy nimenomaan uusien rakenteiden suunnitteluun. Kaikissa tilanteissa ei kuitenkaan ole järkevää käyttää tietomallintamista. Tietomallintamista kannattaa kuitenkin tutkia kokonaisuuden kannalta eikä vain rakennesuunnittelun näkökulmasta. Käytettäessä tietomallintamista rakennesuunnitteluun on tärkeää huomioida muutamia käytännön seikkoja. On mietittävä, riittääkö vanhojen rakenteiden tuominen inventointimallina vai kannattaako rakennesuunnittelijan erikseen mallintaa ne. Mallintamalla vanhat rakenteet pystytään moni asia tekemään paremmin, mutta se vaatii myös suuren työmäärän. Toinen keskeinen seikka on uuden ja vanhan rakenteen liitoksen tekeminen. Se, kuinka liitos tehdään, vaikuttaa muun muassa tarkkuusvaatimuksiin. Diplomityössä myös selvisi, että inventointimalliin pitää kiinnittää enemmän huomiota, sillä se vaikuttaa muun muassa koko suunnittelun tarkkuuteen.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

HAAVISTO, ILKKA: BIM at Structural Engineering in Renovation Projects

Master of Science Thesis, 74 pages, 5 Appendix pages

June 2013

Major: Structural Engineering

Examiner: Professor Jarmo Laitinen

Keywords: BIM, Building Information Model, Structural engineering, renovation, Inventory Model

Building stock is a significant part of the national property, so it's important to maintain it properly. Renovation construction has a great influence in maintaining building stock. Building information modeling (BIM) has mainly been used while designing new buildings, but opportunities provided by it should also be investigated in renovation construction. The difference to new building design is the necessity to work with old structures. The purpose of this thesis is to investigate, whether it is profitable to use BIM in the structural engineering of renovation projects and what needs to be considered. BIM deals with with more than just structural engineering, so the significance of a BIM for others parties is investigated, as well.

The thesis material was collected in two ways. In the beginning a survey was made to structural engineers. Its purpose was to find out the current situation of using BIMs. In the second phase, interviews of structural engineers and other parties of construction projects were carried out. The purpose of the interviews of structural engineers was to closer investigate the situation in renovation projects; for the other parties' interviews, the purpose was to investigate usage of BIMs in general.

The results of the thesis were not unambiguous. The results were mainly observations about the most important things to consider. The focal observation was however that also in renovation projects, structural engineering is particularly focused on designing new structures. After all, it is not wise to use BIM at all situations. BIM needs to be considered taking the whole into account, not only from the point of structural engineering. When using BIMs for structural engineering, it is important to consider a couple of practical issues. It has to be considered, whether bringing the old structure in as an inventory model is sufficient, or whether it is worth it that the structural engineer models those separately. By modeling the old structures many things can be done better, but it requires a lot of work. Another important consideration is creating the join between the old and the new structure. How the joining is made influences, among other things, accuracy standards. In the thesis work it also became apparent that the inventory model needs more attention, since it affects, among other things, the precision of the entire planning.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston tukisäätiön apurahan turvin. Haluan suuresti kiittää tukisäätiötä diplomityön tekemisen mahdollistamisesta. Suuri kiitos kuuluu myös professori Jarmo Laitiselle diplomityön ohjaamisesta ja tarkastamisesta. Haluan kiittää myös tutkija Toni Teittistä saamastani tuesta ja neuvoista.

Tämä diplomityö ei olisi myöskään ollut mahdollinen ilman kyselyyn ja haastatteluihin osallistujia. Olen kiitollinen kaikille kyselyyn vastaajille heidän vaivannäöstään. Suuri kiitos kuuluu Aki Davidssonille, Tero Järviselle, Auli Karjalaiselle, Enni Laineelle, Hannu Nissiselle, Arto Roineelle ja Hannu Sundvallille haastatteluista. Kaikkien kyselyyn vastanneiden ja haastatteluihin osallistuneiden osuus on ollut todella tärkeä ja olenkin suuresti kiitollinen heidän panoksestaan.

Kiitoksen ansaitsee myös Aki Puska kaikesta siitä tuesta ja kaikista niistä neuvoista, mitä hän on suonut tämän diplomityön tekemisen aikana. Haluan kiittää myös ystäviäni, työtovereitani, perheenjäseniäni ja kaikkia niitä muita, jotka ovat suoneet apua ja tukea diplomityön tekemisen aikana. Lopuksi haluan kiittää siskoani Marika Peuraniemeä diplomityön oikolukemisesta ja ystävääni Olli Savolaista englanninkielisen tiivistelmän tarkistamisesta.

Kotkassa 3.4.2013

Ilkka Haavisto

SISÄLLYS

1	Johdanto	1
2	Tietomallintaminen	3
2.1	Tietomallintamisen teoria	3
2.1.1	Objektit ja tieto.....	3
2.1.2	Mallinnus käytännössä.....	4
2.1.3	Tietomallinnuksen kokonaisuus.....	5
2.2	Tietomallintamisen vaikutus hankkeen kulkuun.....	6
2.2.1	Yleiset tietomallivaatimukset 2012.....	6
2.2.2	Suunnittelun eteneminen.....	8
2.2.3	Lähtötilanteen mallinnus.....	13
3	Korjausrakentaminen	16
3.1	Rakennuskanta ja korjausrakentamisen kehittyminen	16
3.2	Rakennuksen elinkaari ja korjausrakentamisen osa-alueet.....	21
3.3	Korjausrakentamisen vaiheet ja rakennesuunnittelu.....	23
4	Tutkimusmenetelmät ja aineisto	27
4.1	Tutkimusmenetelmien valinta.....	27
4.2	Kysely	28
4.3	Haastattelut.....	28
5	Kyselyn tuloksia tietomallintamisen hyödyntämisestä	30
5.1	Tietomallintamisen tilanne yleisesti.....	30
5.2	Tietomallintamisen tilanne korjausrakentamisessa.....	37
6	Haastattelujen tuloksia korjausrakentamisen tietomallintamisesta.....	46
6.1	Rakennesuunnittelijat.....	46
6.1.1	Korjausrakentaminen piirustuspohjaisella suunnittelulla	46
6.1.2	Korjausrakentaminen mallintamalla	47
6.2	Rakennushankkeen muut osapuolet.....	53
6.2.1	Omistaja	53
6.2.2	Arkkitehti	56
6.2.3	Talotekniikkasuunnittelija.....	57
6.2.4	Urakoitsija.....	61
6.3	Inventointimalli	63
7	Johtopäätökset.....	66
	Lähteet.....	72
	Liite 1: Kysely.....	75

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

IFC	(Industry Foundation Classes) Tietomalliohjelmistojen yhteinen mallien kuvaustapa. Tällä kirjainyhdistelmällä tarkoitetaan usein myös avointa tiedonsiirtomuotoa (ifc -tiedosto), jolla malleja voidaan siirtää ohjelmistosta toiseen. (Building Smart Finland 2013.)
Inventointimalli	Inventointimallilla tarkoitetaan olemassa olevasta rakennuksesta tehtyä tietomallia. Inventointimalli tehdään tyypillisesti jatkosuunnittelun pohjaksi.
Kuntoarvio	Kuntoarviolla tarkoitetaan kiinteistön tilojen, rakennusosien, järjestelmien, laitteiden ja ulkoalueiden kunnon selvittämistä pääasiassa aistiensavaraisesti ja kokemusperäisesti sekä rakennetta ja materiaaleja rikkomattomin menetelmin. (RT 18-11059, s. 2.)
Kuntotutkimus	Kuntotutkimus on yksittäisen rakenteen, rakenneosan, järjestelmän tai laitteen tarkempi tutkiminen, jonka tavoitteena on saada selville mahdollisen ongelman tai vaurion laajuus ja aiheuttaja sekä antaa sen jälkeen tarvittavat toimenpideehdotukset suunnittelun ja korjauksen tai uusimisen lähtötiedoiksi. (RT 18-11059, s. 2.)
Peruskorjaus	Peruskorjauksella tarkoitetaan korjausta, jolla pyritään saamaan laatutaso rakennusaikaista laatutasoa vastaavalle tasolle.
Perusparannus	Perusparannuksella tarkoitetaan korjausta, jolla parannetaan laatutasoa huomattavasti alkuperäistä, rakennusaikaista, laatutasoa korkeammalle.
Pistepilvi	Laserkeilain lähettää ympäristöön lasersäteitä ja säteen osuessa pintaan tallentaa laserkeilain pisteen kolmiulotteiset koordinaatit. Näistä pisteistä muodostuu tiheä pisteverkko eli pistepilvi. Pistepilvestä saadaan selville esimerkiksi mitattavan tilan seinä-, katto- ja lattiapintojen sijainnit.
TATE	Lyhenne talotekniikasta
Talotekniikka	Talotekniikalla tarkoitetaan kiinteistön teknisten järjestelmien kokonaisuutta. Talotekniikkaan kuuluu muun muassa lämmitys-, vesi-, viemäri-, ilmanvaihto-, sähkö- ja telejärjestelmät.

1 JOHDANTO

Korjausrakentamisella on merkitystä, sillä onhan rakennuskanta merkittävä osa kansallisvarallisuutta. Tämän takia on sitä myös ylläpidettävä asianmukaisesti. Korjausrakentamisen merkitys myös kasvaa koko ajan, kun korjausrakentamisen osuus kasvaa suhteessa uudisrakentamiseen. Korjausrakentamista on syytä myös kehittää, jotta korjausrakentamisen laatua ja tehokkuutta saadaan parannettua. Eräs rakentamissektorilla tapahtunut merkittävä muutos on tietomallintamisen yleistyminen rakentamisessa. Tietomallintaminen tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia rakentamiseen. Kyseessä ei ole pelkästään uusi tapa tuottaa suunnitelmia vaan oikein hyödynnettynä tehokas keino hyödyntää suunnitelmia ja tuottaa uutta tietoa sekä suunnittelua että rakentamista varten. Esimerkiksi suunnitteluvaihtoehtojen vertailu on helpompaa, kun tietomallista saadaan analyysien avulla jo aikaisessa vaiheessa tietoa olosuhteista ja kustannuksista. Tietomallintamisen käyttö on suurelta osin keskittynyt uudisrakentamiseen. Kuitenkin tietomallintamisen mahdollisuuksia olisi hyvä tutkia myös korjausrakentamisen kannalta. Monet tietomallintamisen tuomat edut olisivat tervetulleita myös korjausrakentamiseen.

Tämän diplomityön tarkoitus on tutkia tietomallintamisen käyttöä korjausrakentamisessa rakennesuunnittelun näkökulmasta. Korjausrakentamishankkeet eroavat uudisrakentamisesta etenkin siinä suhteessa, että korjauksiin liittyy aina vanha rakennus ja vanhat rakenteet. Korjausrakentamishankkeet myös eroavat toisistaan merkittävästi. Välillä korjaukset kohdistuvat esimerkiksi yksittäiseen rakenneosaan tai talotekniseen järjestelmään ja välillä olemassa olevaan rakennukseen tulee merkittäviä toiminnallisia muutoksia, jotka voivat tarkoittaa myös rakennuksen laajennusta. Korjausrakentamisen eri muuttujat vaikuttavat suuresti siihen, mitä rakennesuunnittelija suunnittelee. Diplomityön tarkoitus on tutkia, kannattaako tietomallintamista yleensä ottaen hyödyntää korjausrakentamisen rakennesuunnittelussa ja missä tilanteissa tietomallintamista mahdollisesti kannattaisi hyödyntää. Samoin tavoitteena on löytää sellaiset keskeiset seikat, jotka rakennesuunnittelijan on huomioitava korjausrakentamisen tietomallintamisessa. Asiaa ei kuitenkaan voida tutkia vain rakennesuunnittelun näkökulmasta, sillä tietomallintamiseen liittyvät keskeisesti myös muut osapuolet. Tietomallintamisen tehokas hyödyntäminen vaatii kaikkien osapuolien osallistumista. Tämän takia diplomityössä tutkitaan jonkin verran myös muiden osapuolien suhdetta tietomallintamisen käyttöön korjausrakentamisessa ja rakennesuunnittelijan tietomallin merkitystä heidän työssä. Lisäksi diplomityössä tutkitaan rakennesuunnittelijan ja muiden osapuolien vaatimuksia inventointimallille eli olemassa olevan rakenteen tietomallille. Diplomityössä keskitytään kuitenkin tutkimaan asiaa lähinnä suurempien rakennusten osalta. Pienet ja yksinkertai-

set rakennukset jätetään tutkimuksen ulkopuolelle. Tällaisia rakennuksia olisivat esimerkiksi omakotitalot, rivitalot ja yksinkertaiset varasto- ja teollisuushallit.

Diplomityön materiaali on kerätty kyselyiden ja haastatteluiden avulla. Rakennesuunnittelijoille osoitetun kyselyn avulla on pyritty selvittämään tietomallintamisen nykytilaa niin uudis- kuin korjausrakentamisen osalta. Haastattelut kohdistuivat sekä rakennesuunnittelijoihin että rakennushankkeen muihin osapuoliin. Rakennesuunnittelijoiden haastatteluilla pyrittiin tarkentamaan asiaa rakennesuunnittelun osalta. Muiden osapuolien osalta haastatteluilla pyrittiin saamaan yleiskuva tietomallintamisen käytöstä.

Diplomityön alussa käsitellään tietomallintamisen teoriaa sekä tietomallintamisen vaikutusta hankkeen kulkuun. Tietomallintamista käsittelevän luvun jälkeen tutkitaan korjausrakentamista. Luvun alussa tutustutaan Suomen rakennuskantaan ja korjausrakentamisen kehittymiseen. Tämän jälkeen käsitellään tarkemmin korjausrakentamisen eri lähtökohtia. Luvussa neljä selostetaan tarkemmin diplomityössä käytetyt tutkimusmenetelmät ja muun muassa aineiston luotettavuutta. Luvussa viisi selostetaan kyselyyn pohjautuen tietomallintamisen nykytilannetta rakennesuunnittelussa niin uudis- kuin korjausrakentamisen osalta. Seuraavassa luvussa kerrotaan tarkemmin tietomallintamisen hyödyntämisestä korjausrakentamiseen haastattelujen pohjalta sekä rakennesuunnittelun näkökulmasta että muiden osapuolten osalta. Diplomityön lopussa ovat johtopäätökset, joissa kootaan yhteen keskeisimmät kyselyn ja haastatteluiden pohjalta tehdyt havainnot.

2 TIETOMALLINTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään tietomallintamisen teoriaa sekä tietomallintamisen vaikutusta rakennushankkeen kulkuun. Asiaa on käsitelty monin osin jo kandidaatintyössäni Tietomallintamisen vaikutus rakennushankkeen kulkuun (Haavisto 2012).

2.1 Tietomallintamisen teoria

2.1.1 Objektit ja tieto

Perinteisesti suunnitelmat on tehty noudattaen yleisesti sovittuja sääntöjä kuvata eri asioita. Koska aikaisemmin ihmiset ovat sekä piirtäneet että tulkinneet suunnitelmia, on menetelmä ollut kaikilta osin riittävä. Tietotekniikka on kuitenkin tarjonnut uusia mahdollisuuksia suunnitteluun. Tietomallintaminen on eräs merkittävä tietotekniikan tuoma mahdollisuus. Kyseessä on laaja kokonaisuus, jolla pyritään tehokkaasti hyödyntämään tietotekniikan mahdollisuuksia suunnittelussa. Kysymys ei ole ainoastaan erilaisesta tavasta saada asioita ihmisten tulkittavaksi vaan tietomallintamisen avulla tieto saadaan tietokoneiden hyödynnettäväksi (Penttilä et al. 2006a, s.8).

Sekä tietomallintamisen toimintaperiaatteisiin että käytännön toimintaa liittyy eri asioita. Asioita ei voida tehdä samoin kuin perinteisesti piirtäen. On keskeistä ymmärtää tietomallintamisen toimintaperiaate, jotta ymmärtää siihen liittyvät mahdollisuudet ja myös rajoitteet. Tietomallin perusidea pohjautuu objekteihin liitettyyn tietoon. Tietomallissa esitetty objekti ei ole vain tietyn geometrian omaava kappale vaan se sisältää tietoa objektin ominaisuuksista. Objektin ominaisuuksiin kuuluu ensinnäkin tieto objektin tyypistä eli tieto siitä, että kyseinen objekti on esimerkiksi seinä, palkki, pilari tai laatta. Sen lisäksi objekti sisältää myös muuta tietoa esimerkiksi materiaaliominaisuuksista. Riippuu tietomallin käyttötarkoituksesta, mitä tietoa objektiin liitetään.

Objektien niin sanotussa käyttäytymisessä on eroa. Osa objekteista on niin sanotusti kiinteitä objekteja (Eastman et al. 2011, s. 49). Kyse voi olla täysin kiinteistä objekteista, joita ei muokata. Objekti voi olla myös täysin manuaalisesti hallittava, jolloin objektin ominaisuuksia, kuten mittoja, muutetaan manuaalisesti. Kyseessä on hidas ja työläs tapa muokata objekteja.

Tietomallintamisen tehokkuus kuitenkin perustuu parametrisiin objekteihin. Kyseiset objektit sisältävät geometriamäärittelyt ja erilaisia sääntöjä (Eastman et al. 2011, s. 17–18). Sääntöjen avulla pystytään määrittämään kappaleen liittyminen viereisiin objekteihin, jolloin muutokset päivittyvät automaattisesti. Sääntöjen avulla voidaan myös varmistaa objektin soveltuvuus esimerkiksi valmistuksen kannalta. (Eastman et al. 2011, s. 17–18.) Parametriset objektit tuovat huomattavasti tehokkuutta tietomallintamiseen,

kun manuaalisten muutosten tekeminen vähenee. Tehokkuutta lisää myös, kun sääntöjen avulla havaitaan objektin soveltumattomuus. Osa virheistä pystytään näin havaitsemaan heti tietomallinnuksen aikana.

Parametrisiin objekteihin liittyy myös mahdollisuus liittää tietoa tuomalla tai linkittämällä se muista tietomalleista tai ohjelmista, ja sama toimii myös toisinpäin (Eastman et al. 2011, s. 18). Tietoa ei siis välttämättä tarvitse manuaalisesti lisätä joka kerta vaan se pystytään saamaan käyttöön huomattavasti tehokkaammin.

Eroa voi myös olla siinä, miten tieto esitetään tietomallissa. Vaikka tietomallit tyypillisesti ovat kolmiulotteisia, ei kolmiulotteisuus kuitenkaan ole välttämätöntä tietomalleille. Tietomalli voisi periaatteessa koostua kaksiulotteisista objekteista, jotka kuitenkin sisältävät objekteihin liitettyä tietoa ja sisältävät parametrisia objekteja. Käytännössä kolmiulotteisuus kuitenkin liittyy keskeisesti tietomallintamiseen ja tyypillisesti tietomallit tehdäänkin kolmiulotteisina. Useissa tilanteissa kolmiulotteinen työskentely edesauttaa suunnittelua merkittävästi ja edesauttaa hahmottamaan suunnittelutilannetta. Kolmiulotteisuus myös lisää tietomallin tietosisältöä ja sen ansiosta tietomallia myös pystytään hyödyntämään laajemmin (Hietanen 2005, s. 28).

2.1.2 Mallinnus käytännössä

Se, miten tietomallintaminen käytännössä tapahtuu ja kuinka eri objektit niin sanotusti toimivat, riippuu tietomallinnukseen käytettävästä tietokoneohjelmasta. Objektien mallinnus tapahtuu pitkälti hyödyntämällä mallinnusohjelmien sisältämiä työkaluja eri objektien luomisessa. Objekti kuuluu johonkin objektiluokkaan (Object Class) ja siitä riippuu, millä periaatteella geometria määritellään ja minkälaiset ovat siihen liittyvät säännöt (Eastman et al. 2011, s. 41). Eri objektien käyttäytyminen eroaa selvästi toisistaan. Objektiluokasta riippuen osa geometriasta määräytyy kiinteiden ja osa parametrusten ominaisuuksien perusteella (Eastman et al. 2011, s. 41). Lisäksi, kuten edellä on todettu, voi osa käytettävistä objekteista olla kiinteitä tai vain manuaalisesti hallittavissa.

Käytännön mallintamisen yhteydessä joudutaan myös pohtimaan mallinnustarkkuutta. Liian yksityiskohtaisesta tai suuresta tietomallista voi tulla liian hidas tietokoneen käsiteltäväksi ja tämän seurauksena sen käyttö ei ole tehokasta (Eastman et al. 2011, s. 64). Asiaan kuitenkin vaikuttaa myös se, perustuuko mallinnusohjelmisto muistipohjaiseen (memory-based) vai tiedostopohjaiseen (file-based) järjestelmään. Tiedostopohjainen järjestelmä ei ole niin herkkä hidastumiselle toisin kuin muistipohjainen järjestelmä. (Eastman et al. 2011, s. 65.)

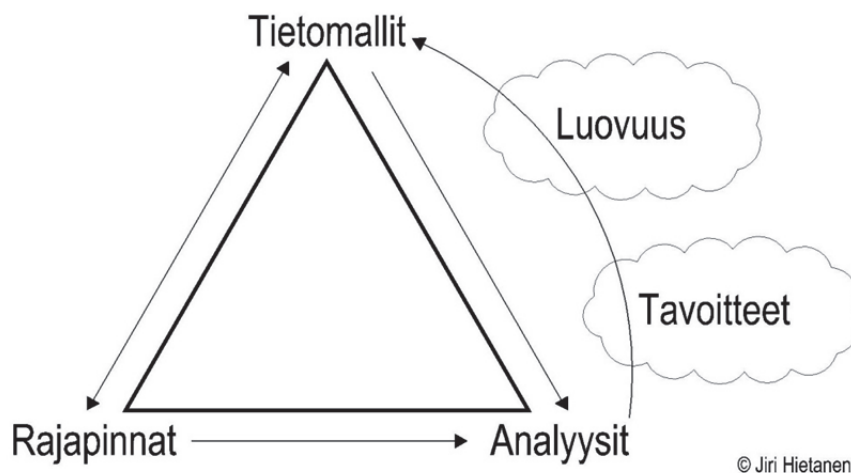
Mallinnustarkkuutta voidaan pohtia myös toisesta, kenties keskeisemmästäkin, näkökulmasta. Vaikka tietokoneiden kapasiteetit eivät asettaisikaan rajoituksia, on liian yksityiskohtaisen tietomallin tekeminen ja muokkaaminen yleensä melko työlästä. Harvoin on tarkoituksenmukaista mallintaa jokaista pienintä yksityiskohtaa, kuten nauvoja ja ruuveja. Keskeinen lähtökohta mallinnustarkkuuden kannalta on miettiä, mihin tietomallia käytetään. Se vaikuttaa osaltaan siihen, mitkä asiat on syytä mallintaa eli mitkä asiat vaikuttavat tietomallin käyttöön. Toisena lähtökohtana voidaan pitää vain suunnit-

teltujen asioiden mallintamista (Hietanen 2005, s. 39). Tämä tarkoittaa, ettei niitä asioita, joita ei ole suunniteltu, myöskään mallinneta.

Käytännön mallintamiseen liittyy myös piirustusten tuottaminen. Eri mallinnusohjelmilla on eroja piirustuksen tuottamisen suhteen. Mikäli piirustuksien tuottaminen on kovin työlästä ja tietomallista saatuja piirustuksiin joudutaan tekemään paljon täydennyksiä, pienenee tietomallista saatava hyöty merkittävästi (Eastman et al. 2011, s. 60). Vaikka parhaimmillaan saadaan tuotettua lähes valmiita piirustuksia, täysin automaattiseksi piirustuksien tuottamista tuskin koskaan saadaan (Eastman et al. 2011, s. 61). Suunnittelijan kannalta on tärkeää ymmärtää, että piirustuksien tuottaminen tietomallista vaatii aina enemmän tai vähemmän työtä. Tietomalleista tuotetuilla piirustuksilla on kuitenkin etuna, että tietomallissa oleva tieto ei ole ristiriitaista. Perinteisesti tuotettuihin piirustuksiin sen sijaan tulee helposti ristiriitaisuuksia eri piirustuksien välille.

2.1.3 Tietomallinnuksen kokonaisuus

Jo tietomalliin itsessään liittyy monia etuja verrattuna perinteiseen suunnitteluun. Tietomallinnuksessa on kuitenkin kyse pelkkää tietomallia laajemmasta asiasta. Tähän kokonaisuuteen liittyy tietomallien lisäksi rajapinnat ja analyysit sekä luovuus ja tavoitteet. Kuvassa 2.1 on esitetty tämän kokonaisuus ja asioiden keskinäiset suhteet.



Kuva 2.1. Tietomallien, rajapintojen ja analyyseistä muodostuva järjestelmä sekä luovuuden ja tavoitteiden rooli järjestelmässä. (Hietanen 2005, s. 23.)

Analyysit muodostavat erään keskeisen osa-alueen tietomallinnuksen kokonaisuuteen. Analyysit ovat kuitenkin kuuluneet aina suunnitteluratkaisujen vaikutuksien arviointiin riippumatta siitä, miten suunnittelu on tehty. Osittain suunnitteluratkaisujen arvioinnissa on kyse subjektiivisesta arvioinnista, esimerkiksi rakennuksen ulkonäköä arvioidessa. Kuitenkin suuri osa analyyseistä on sellaisia, että niillä voidaan arvioida konkreettisesti esimerkiksi energian kulutusta ja näin ollen kyse ei ole subjektiivisesta arvioinnista. Tietomallintaminen tarjoaa tehokkaan keinon analyysien tekemiseen, kun läh-

tötiedot saadaan suoraan yhdestä tai useammasta tietomallista joko osittain tai kokonaan. Tämän seurauksena on analyysien tekeminen huomattavasti nopeampaa kuin perinteisessä piirustus pohjaisessa suunnittelussa, jossa lähtötietojen kirjaaminen joudutaan tekemään manuaalisesti. Perinteisessä suunnittelussa analyysit tehdään tyypillisesti liian myöhään ja tämän takia ei analyysien tulosten pohjalta pystytä suunnitelmiin tekemään tarpeellisia muutoksia (Eastman et al. 2011, s. 2). Koska tietomallintamisen ansiosta on analyysien tekeminen usein helpompaa, pystytään niitä tekemään useammin ja muutosten arviointi on helpompaa. Perimmältään analyysien tekemisessä on kyse uuden tiedon hankkimisesta, mikä ei ole suoraan nähtävillä suunnitelmista (Hietanen 2005, s. 23). Uusi tieto ei sinänsä ole itseisarvo vaan se saa merkityksen vasta sen jälkeen, kun sitä verrataan tavoitteisiin. Välttämättä tavoitteet eivät kuitenkaan täyty suoraan ja tämän seurauksena suunnittelijalta vaaditaan luovuutta, jotta saadaan kehitettyä tavoitteet täyttävä suunnitteluratkaisu. Välttämättä eivät tavoitteet kuitenkaan täyty edes uusien suunnitteluratkaisujen myötä, mutta näissäkin tilanteissa ollaan asiasta tietoisia jo ennen rakentamisen alkamista eikä vasta rakennuksen valmistumisen jälkeen.

Tiedon siirtäminen tietomalleista analyysiin ja tietomallien välillä ei kuitenkaan ole itsestään selvä asia. Joissakin tapauksissa tietomallissa oleva tieto voidaan siirtää analyysiin suoraan, mutta aina näin ei kuitenkaan ole. Tässä kohtaa keskeisessä roolissa ovat rajapinnat. Rajapintaa voidaan kuvata sopimukseksi (Hietanen 2005, s. 22). Sopimuksen tarkoitus on mahdollistaa datan siirtyminen tietomallien välillä tai tietomallista analyysiin. Eräänä tyypillisenä rajapintana voi olla vaatimus, että tietomallit siirretään toisiin tietomalleihin ja analyysieihin IFC-muodossa. IFC on tiedonsiirtoformaatti, joka on tarkoitettu suunnittelua ja koko rakennuksen elinkaarta varten (Eastman et al. 2011, s. 114). Kuitenkin rajapinnan voi muodostaa myös toisessa tiedostomuodossa oleva tietomalli ja yhtälailla kyseessä voi myös olla esimerkiksi sähköinen dokumentti, jossa on listattu määriä tai pinta-aloja. Rajapinta muodostuu varsinaisen tarpeen mukaan. Tietomallinnuksessa on kuitenkin aina muistettava, että tietomallissa pitää olla tarvittava tieto, jotta tietomalleja voidaan hyödyntää toisissa tietomalleissa tai analyyseissä.

2.2 Tietomallintamisen vaikutus hankkeen kulkuun

2.2.1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Tietomallintaminen vaikuttaa rakennushankkeen kulkuun merkittävästi. Ei voida noudata perinteisen piirustus pohjaisen hankkeen normaaleja käytäntöjä ja aikatauluja vaan tietomallintamisen tuoma muutos on huomioitava koko prosessissa. Hankkeessa ei siis voida edetä vanhojen käytäntöjen mukaan. Perinteisiin hankkeisiin verrattuna mallintaminen muuttaa suunnittelun etupainotteisemmaksi, sillä suunnittelu painottuu enemmän hankkeen alkuun (Penttilä et al. 2006b, s. 29). Alkuvaiheessa tehdään suurempia päätöksiä kuin perinteisessä hankkeessa. Analyysit tarjoavat jo aikaisessa vaiheessa tietoa eri suunnitteluratkaisuista ja myös moni suunnittelussa havaittu ongelma

tulee aikaisemmassa vaiheessa esille. Hanke etenee siis monin osin pidemmälle heti hankkeen alussa kuin perinteisessä piirustus pohjaisessa hankkeessa.

Tietomallintamisen vaikutus ulottuu luonnollisesti myös moniin hankkeissa sovittaviin käytännön järjestelyihin. Näistä asioista on sovittava, jotta tietomalleja pystytään hyödyntämään tehokkaasti hankkeen aikana ja jotta osapuolien välinen yhteistyö yleensä ottaen edes onnistuu. Suomessa julkaistiin keväällä 2012 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 edesauttamaan tietomallien käyttöä. Tarkoitus on määrittää yleisiä mallinnuskäytäntöjä, jotta kaikki osapuolet tietävät ”mitä ja miten mallinnetaan” (Henttinen 2012a, s. 2). Vaikka Yleisissä tietomallivaatimuksissa määritelläänkin asioita laajasti, kyse ei kuitenkaan ole riittävän yksityiskohtaisista määrityksistä vaan lisäksi tarvitaan tarkempia, projektikohtaisia määrityksiä (Mannila 2012). Suositeltavaa myös olisi jo ennen suunnittelijoiden valintaa määrittää tietomallintamisen tavoitteet, jotta voidaan varmistaa suunnittelijoiden riittävä osaaminen valintoja tehdessä (Henttinen 2012a, s. 6). Tavoitteilla on vaikutusta myös tietomallien tekemiseen, kun huomioidaan tavoitteiden aiheuttamat vaatimukset tietomallintamiseen.

Yleisissä tietomallivaatimuksissa määritetään useita ohjeita tietomallien tekemiselle. Yleinen päämäärä on välttää asettamasta tarpeettomia ehtoja käytettäville tietokoneohjelmille. Kuitenkin tietomallien jakaminen edellyttää tiettyjä ehtoja käytettäville tietokoneohjelmille. Käytettävien mallinnusohjelmien pitää pystyä jakamaan tietomallit sopivassa IFC-muodossa (Henttinen 2012a, s. 6). Tilaaja voi tarvittaessa määrittää käytettävät mallinnusohjelmat tarkemmin, jos esimerkiksi rakennusliikkeen tietomallintamisen hyödyntäminen näin edellyttää (Henttinen 2012a, s. 6). Tiukat vaatimukset voivat kuitenkin rajoittaa soveltuvien suunnittelijoiden määrää ja näin ollen vastauksia tarjouspyyntöihin voi tulla vähemmän.

Yleisissä tietomallivaatimuksissa myös määritetään ehtoja tietomallien luovuttamiseen ja oikeuksista tietomallien käyttöön. Tilaajalla on oikeus käyttää tietomalleja samoin ehdoin kuin perinteisessä piirustus pohjaisessa suunnittelussa tuotettuja dokumentteja (Henttinen 2012a, s. 6). Työn aikana tietomallit luovutetaan alkuperäismuodossa sekä IFC-muodossa. Hankkeen lopussa luovutetaan tilaajalle tietomallien lisäksi myös sähköiset dokumentit sopimusten mukaisesti. Tässä yhteydessä huolehditaan, että tietomallit eivät sisällä ylimääräisiä, tarpeettomia osia. Samoin huolehditaan mahdollisten tietomalleissa olevien viittausten siirtymisestä tilaajan käyttöön. Tavoite on varmistaa tietomallin olevan käyttökelpoinen myös mahdollista jatkokäyttöä varten. (Henttinen 2012a, 6–7.)

Luonnollisesti Yleisissä tietomallivaatimuksissa määritetään myös varsinaiseen tietomallintamiseen liittyviä ehtoja. Ensinnäkin tietomallintamisessa käytettävä mittayksikkö on millimetri. Toiseksi on hankkeen aikana tarkkaan määritettävä projektissa käytettävä koordinaatisto ja sen sijoittuminen todelliseen koordinaatistoon. Jokainen rakennus myös luovutetaan erillisenä tietomallina. Mallinnus on myös tehtävä kerroksittain. Kerroksiin jako kuitenkin poikkeaa jonkin verran arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallien välillä. (Henttinen 2012a, s. 7–9.) Mallin mittatarkkuus myös muuttuu hankkeen aikana. Mallia ei nimittäin luoda koko suunnittelun ajan aivan tarkkoilla mitoilla,

sillä tietomalleja käytetään myös luonnosteluun ja silloin tarkkuusvaatimukset eivät ole aivan niin tärkeitä. Kuitenkin rakennusosamallista lähtien käytetään tarkkoja mittoja, mutta tästäkin voidaan hieman poiketa, jos aivan tarkkojen mittojen käyttö ei ole tarkoituksenmukaista (Henttinen 2012a, s. 7–8).

Varsinaista mallintamista ohjeistetaan myös siten, että mallinnuksessa on käytettävä kyseisen objektin luomista varten tarkoitettua työkalua tai komponenttia. Tämä tarkoittaa esimerkiksi seinien luomista seinätyökalulla. Kaikissa tapauksissa tämä ei kuitenkaan onnistu ja työkaluja joudutaan käyttämään soveltaen. Tämän kaltaiset poikkeukselliset asiat on kuitenkin dokumentoitava tietomalliselostukseen. (Henttinen 2012a, s. 8.)

Tietomalliselostus on keskeinen dokumentti, jolla annetaan muille osapuolille tietoa tietomallista. Siinä jaetaan tietoa tietomallin sisällöstä, tarkkuudesta, käyttötarkoituksesta, mallinnustavoista ja mahdollisista poikkeamista. (Henttinen 2012a, s. 9.) Tietomalliselostus on tärkeä tietolähde ja ilman sitä on suurena vaarana, ettei tietomallia hyödynnetä niin kuin on tarkoitus. Tietomalliselostus tehdään suunnittelualakohtaisesti ja se julkaistaan päivitettyinä jokaisen tietomallin julkaisun yhteydessä (Henttinen 2012a, s. 9).

Tietomallinnettavissa hankkeissa korostuu laadunvalvonta ja tietomallintamisen johtaminen. Säännöllinen laadunvalvonta kuuluu jokaisen suunnittelijan omaan työhön keskeisesti tietomallintamisen yhteydessä, kuten se tietysti kuuluu myös normaalissa suunnittelussa. Säännöllisen oman laadunvalvonnan lisäksi niin sanottuina laadunvarmistuspisteinä toimivat suunnittelukokoukset ja tarkastuspisteet (Kulusjärvi 2012, s. 8). Laadunvarmistuspisteistä riippuen näissä pisteissä suoritetaan laadunvarmistusta itsenäisinä suunnittelijoina, suunnitteluryhmänä ja varsinaisissa tarkastuspisteissä vielä tilaaja erikseen. Esimerkkinä suunnitteluryhmän laadunvarmistuksesta on eri suunnittelualojen tietomallien kanssa tehtävä keskinäiset vertailut, joilla varmistetaan, että esimerkiksi rakenteet ja talotekniikka eivät törmää toisiinsa. (Kulusjärvi 2012, s. 8–9.)

Koska tietomallinnettavissa hankkeissa on tarkemmin sovittava tietomallintamiseen liittyvistä asioista, asettaa se vaatimuksia myös hankkeen johtamiselle. Tämän takia hankkeeseen nimitetään tietomallikoordinaattori, joka huolehtii tietomallintamiseen liittyvistä asioista. Tietomallikoordinaattori on mukana määrittämässä yhteistyössä hankkeen johdon kanssa tietomallintamiselle asetettavia vaatimuksia ja tämän lisäksi tietomallikoordinaattorin vastuulla on huolehtia, ohjeistaa, koordinoita ja ohjata tietomallinustehtäviä (Karjula & Mäkelä 2012, s. 7). Tietomallikoordinaattorin ja yleisemmin tietomallintamisen johtamisen tavoitteena on tietomallintamisen mahdollisimman sujuva käyttö hankkeen aikana, millä saavutetaan tietomallintamisen tavoitteet.

2.2.2 Suunnittelun eteneminen

Suunnittelun etenemiseen vaikuttaa moni tekijä, kuten urakkamuoto ja kohteen ominaisuudet. Tässä yhteydessä pyritäänkin antamaan jonkinlainen yleinen käsitys hankkeen etenemisestä ja eritasoisten tietomallien sijoittumisesta hankkeessa. Kuvassa 2.2 on esitetty rakennushankkeen kulku tietomallinnettavassa hankkeessa. Kuva on peräisin kandidaatintyöstä Tietomallintamisen vaikutus rakennushankkeen kulkuun (Haavisto 2012)

ja se perustuu Yleisten tietomallivaatimusten 2012 osiin 1–9 sekä lausuntovaiheissa olleisiin hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluetteloon (HJR 12), rakennesuunnittelun tehtäväluetteloon (RAK 12) ja TATE-suunnittelun tehtäväluetteloon (TATE 12).

Kuitenkin kuva sekä kuvan jälkeinen tiivis selitys hankkeen kulusta on todella yksinkertaistettu kuvaus tietomallintamisen etenemisestä. Todellisuudessa hankkeisiin sisältyy todella haastavia vaiheita ja annettu kuvaus ei anna todenmukaista kuvaa hankkeen etenemisestä. Myös hankkeet eroavat merkittävästi toisistaan, vaikka urakkamuodot ja monet muut asiat olisivatkin samanlaisia. Hankkeen eteneminen saattaa siis merkittävästi poiketa esitetystä. Myöskään Yleisiä tietomallivaatimuksia, joihin kuva perustuu, ei välttämättä sovelleta aivan samoin jokaisessa hankkeessa.

HANKKEEN VAIHEET	Lähtötilanteen mallintaja	Rakennus-suunnittelu	Rakenne-suunnittelu	TATE-suunnittelu	Suunnittelun ohjaus / Rakentaminen
A Tarveselvitys	LÄHTÖTILANTEEN MALLINNUKSEN (Tilamalli)	VAATIMUSMALLI			
Hankepäättös					
B Hankesuunnittelu					
Investointipäättös					
C Suunnittelun valmistelu					
Suunnittelupäättös (Suunnittelun käynnistäminen)	LÄHTÖTILANTEEN MALLINNUKSEN (Rakennusosamalli)	TILAMALLI/TILARYHMÄMALLI	VAATIMUSMALLI (RAK)	VAATIMUSMALLI (TATE)	
D Ehdotussuunnittelu			(ALUSTAVA RAKENNUSOSAMALLI)		
Valittu ehdotussuunnitelma yleissuunnittelun pohjaksi					
E Yleissuunnittelu		RAKENNUSOSAMALLI	RAKENNUSOSAMALLI	TILAVARAUSMALLI (Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa)	Tietomallien laadunvarmistus (suunnittelijaryhmän tarkastukset ja tarkastuspisteet)
Hyväksytty yleissuunnitelma				ANALYYSIT JA VISUALISOINNIT	
F Rakennuslupatehtävät					
Lupa-asiakirjat ja rakennuslupa					
G Toteutussuunnittelu			RAKENNUSOSAMALLI (Hankintoja palveleva suunnittelu)	JÄRJESTELMÄMALLIT	
Hyväksytyt toteutussuunnitelmat		TOTEUMAMALLI (As Built)	RAKENNUSOSAMALLI (Toteutus-suunnittelu)	TOTEUMAMALLI	Määrä- ja kustannuslaskenta Aikataulusuunnittelu
H Rakentamisen valmistelu					
Rakentamispäättös					
I Rakentaminen					
Suunnitelmatäydennykset ja ohjeet Vastaanottopäättös					
J Käyttöönotto		YLLÄPITOMALLI			
Rakennuksen käyttöönotto Käyttö ja huolto-ohjeet					
K Takuuaika					

Kuva 2.2. Talonrakennushankkeen kulku tietomallinnettavassa hankkeessa. (Haavisto 2012, s. 16.)

Hakkeen käynnistyessä tietomallintaminen lähtee liikkeelle vaatimusmallin luomisesta. Vaatimusmalli ei tyypillisesti ole geometriamuotoinen tietomalli vaan kyseessä on sähköinen dokumentti, johon on listattu ainakin tilavaatimukset (Henttinen 2012a, s. 11). Käytännössä vaatimusmalli tarkoittaa vähintään taulukkomuotoista tilaohjelmaa (Henttinen 2012a, s.12). Vaatimusmalli liittyy keskeisesti rakennussuunnitteluun tilojen osalta, mutta vaatimusmallit liittyvät myös rakennesuunnitteluun ja talotekniikan suunnitteluun. Ilmeisesti tyypillisimmin vaatimusmallit tehdään aina suunnittelualakohtaisesti. Rakennesuunnittelun osalta vaatimusmalli tarkoittaa esitystä rakennesuunnittelulle asetetuista tavoitteista ja vaatimuksista, mitkä voidaan esittää tilanteen vaatimalla tavalla esimerkiksi piirustuksessa, taulukossa tai tietomallissa (Kautto 2012, s. 9). Lienee kuitenkin harvinaista, että rakennesuunnittelun vaatimuksia esitettäisiin tietomallimuodossa. Käytännössä rakennesuunnittelijan vaatimukset koskevat esimerkiksi käytettäviä määräyksiä, tilaajan asettamia lähtötietoja sekä vaatimuksia ja rakenteellisia vaatimuksia, kuten muuntojoustavuutta ja vapaita korkeuksia (Kautto 2012, s. 9). Talotekniikan osalta vaatimusmallin teko voi hieman poiketa muista, sillä vaatimusmalli voidaan tehdä myös tietomallipohjaisesti. TATE-suunnittelussa vaatimusmallissa määritetään tiloihin asetetut vaatimukset (Järvinen et al. 2012, s. 12). Käytännössä vaatimusmalli tehdään joko dokumenttipohjaisesti esimerkiksi kirjaamalla vaatimukset taulukkoon tai tietomallipohjaisesti liittämällä vaatimukset arkkitehdin tilamallin tilaobjekteihin (Järvinen et al. 2012, s. 12–13). Talotekniikan vaatimusmallin tyypillisiä vaatimuksia ovat LVI:n osalta esimerkiksi ilmavirta neliometriä kohden ja tilatyypin tavoitelämpötila. Sähkön osalta vaatimuksia ovat esimerkiksi valaistustaso, valaistustapa ja varustustasovaatimukset. (Järvinen et al. 2012, s. 12–13.)

Vaatimusmalli ei liity vain hankkeen alkuun, vaikka sen luominen tapahtuukin lähinnä silloin. Kuitenkin vaatimusmallia päivitetään ja tarkennetaan koko hankkeen ajan (Henttinen 2012a, s. 12). Hankkeen aikana tarkentuvat monet asiat niin tilaajan vaatimuksien kuin suunnittelunkin osalta ja tämän takia joudutaan tekemään päätöksiä, jotka vaikuttavat myös vaatimuksiin. Myös analyysit voivat suunnittelun aikana tuoda uutta tietoa, jonka seurauksena voidaan joutua uudestaan pohtimaan olemassa olevien vaatimuksien mielekkyyttä.

Vaatimusmallin lisäksi hankkeen alkuun liittyy keskeisesti myös lähtötilanteen mallinnus etenkin korjausrakentamisessa. Lähtötilanteen mallinnus voi liittyä myös uudisrakentamiseen, jolloin se tarkoittaa tontin mallinnusta. Tarkemmin lähtötilanteen mallinnusta käsitellään luvussa 2.2.3 Lähtötilanteen mallinnus.

Arkkitehdin osalta hanke etenee tila- tai tilaryhmämallin kautta rakennusosamalliin ja edelleen toteumamalliin. Tila- ja tilaryhmämallien tarkoitus on etenkin ehdotussuunnitteluvaiheessa tarjota apua eri vaihtoehtojen vertailuun tilojen ryhmittelyyn, rakennuksen massoitteluun ja rakennuksen sijoittamiseen tontille (Henttinen 2012b, s. 12). Tämä koskee lähinnä uudisrakentamista, mutta samoin tilamallia käytetään myös korjausrakentamisessa, kuitenkin eri lähtökohdista. Korjausrakentamisen yhteydessä rakennus on tietysti jo sijoitettu tontille, mutta esimerkiksi mahdollisen laajennuksen pohtimisen yhteydessä pohditaan laajennuksen sijoittelua ja tilojen sijoittelu on jopa uudisra-

kentamista haastavampaa. Varsinainen tilamalli tarkoittaa käytännössä tilojen ja niitä rajaavien seinien mallintamista (Henttinen 2012b, s. 12). Lisäksi mallintamiseen vaikuttaa se, kuinka tilamallia halutaan käyttää. Esimerkiksi joitakin analyysijä varten voidaan joutua lisäämään myös muita objekteja (Henttinen 2012b, s. 12).

Tilamallista siirtyminen rakennusosamalliin tarkoittaa ehdotussuunnittelun pohjalta valitun vaihtoehdon päivittämistä eli valitun tilamallin päivittämisen rakennusosamalliksi. Rakennusosamalli sisältää rakennusosat, kuten seinät, laatat, pilarit ja palkit. Pääosin mitat on tässä vaiheessa tarkkoja (Henttinen 2012b, s. 16). Rakennusosamallin tarkkuus kuitenkin paranee hankkeen aikana siirryttäessä yleissuunnittelusta toteutussuunnitteluun. Tarkkuus kasvaa niin mittatarkkuuden kuin tarkempien määritysten suhteen. (Henttinen 2012b, s. 16–17.) Rakentamisen aikana asiat tehdään pääosin alkupe räisten suunnitelmien mukaisesti. Kuitenkin varsinaisen rakentamisen aikana tulee esille asioita, joiden takia suunnitelmiin tulee muutoksia. Tämän takia arkkitehdin rakennusosamallin pohjalta tehdään toteumamalli, johon korjataan rakentamisen aikana tulleet muutokset (Henttinen 2012b, s. 12).

Rakennesuunnittelun osalta toimitaan koko hankkeen ajan rakennusosamallien parissa, joiden tarkkuus vain kasvaa hankkeen aikana. Vaikka kuvaan 2.2 on merkittykin alustava rakennusosamalli, ei sellaista kuitenkaan yleensä tehdä. Tyypillisesti rakennesuunnittelija vain arvioi ehdotussuunnitteluvaiheessa arkkitehdin ehdotuksien toteutettavuutta (Kautto 2012, s. 9). Rakennesuunnittelijan varsinaisella rakennusosamallilla on oikeastaan kolme vaihetta. Yleissuunnitteluvaiheessa rakennusosien perusgeometria ja sijainti on mallinnettu täsmällisesti, mutta tässä vaiheessa ei esimerkiksi mahdollista elementtijakoa ole määritelty (Kautto 2012). Hankintoja palvelevan suunnittelun aikana rakennusosamallia kehitetään tasoon, jolla pystytään tekemään tarjouspyynnöt (Kautto 2012, s. 11). Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi elementtijaon tekemistä ja tyyppielementtien mallintamista niin, että ne sisältävät raudoitteet ja muut elementtien valmistamisen kannalta tarpeelliset tiedot (Kautto 2012, Liite 1). Rakennusosamallin edetessä toteutussuunnitteluun täydennetään se tasoon, joka mahdollistaa rakennuksen toteutuksen. Osittain tarkkuuteen vaikuttavat suunnittelusopimukset esimerkiksi sen suhteen tehdäänkö elementtisuunnittelu mallintamalla (Kautto 2012, s. 17). Sen lisäksi, että mahdollisesti elementit täydennetään samaan tasoon kuin tyyppielementit edellisessä vaiheessa, toteutussuunnittelun aikana mallinnetaan rakennusosien liittymät ja valutarvikkeet (Kautto 2012, Liite 1). Tyypillisesti toteutussuunnittelun jälkeen rakennusosamalli on jo valmis, minkä seurauksena ei rakennesuunnittelun osalta ole tarpeen tehdä erillistä toteumamallia.

Talotekniikan osalta suunnittelu sisältää enemmän rinnakkaisia tehtäviä, kuten kuvasta 2.2 on nähtävissä. Analyysit ja visualisoinnit kuuluvat keskeisesti talotekniikan suunnitteluun ja niillä on keskeinen vaikutus myös muuhun suunnitteluun. Varsinainen talotekniikan mallintaminen lähtee liikkeelle, jos siis vaatimusmallia ei huomioida, tilavarausmallin tekemisestä. Tässä vaiheessa asiaa yksinkertaistaen mallinnetaan talotekniikkaa varten tarvittavat tilantarpeet, jotka tarkoittavat käytännössä tiloja ja vaakasuuntaisia kerrosverkkoja (Järvinen et al. 2012, s. 15). Tilavarausmallin jälkeen mallintami-

nen siirtyy järjestelmämallien tekemiseen. Sähkö- ja telesuunnittelun osalta mallinnetaan osat geometrian osalta, jotta tietomallissa näkyy tilaa vaativien osien tilantarpeet. Mallintaminen tehdään joko osan mittoja vastaavalla kolmiulotteisella objektilla tai käyttämällä valmistajan objektikirjastoja. (Järvinen et al. 2012, s. 28–29). LVI-järjestelmissä järjestelmämalli on tarkempi. Mallinnusobjektit vastaavat todellisia objekteja myös muuten kuin ulkoisten mittojen osalta ja niistä on erotettavissa esimerkiksi putken materiaali (Järvinen et al. 2012, s. 22). Ennen kaikkea LVI:n osalta järjestelmämallinnusta voidaan käyttää eri järjestelmien analysointiin (Järvinen et al. 2012, s. 21). Järjestelmämalli voidaan myös halutessa päivittää toteumamalliksi rakentamisen jälkeen. Tällöin toteumamalliin päivitetään urakoitsijan käyttämät tuotteet ja järjestelmien muuttuneet reitit. Toteumamallin teko kuitenkin riippuu suunnittelusopimuksesta samoin kuin sisältökin, joten järjestelmämallista ei välttämättä tehdä toteumamallia. (Järvinen et al. 2012, s. 40–41.)

Kuvaan 2.2 on merkitty myös ylläpitomalli. Parhaassa tapauksessa tietomallien hyödyntäminen ei siis lopu suunnittelun päättyessä. Tämä vaihe ei kuitenkaan pääsääntöisesti liity enää suunnittelijoiden työhön. Suunnittelun osalta on ylläpidon vaatimukset pitänyt huomioida jo hankkeen alussa. Varsinainen ylläpitomallin hyödyntäminen ja päivittäminen kuuluvat rakennuksen ylläpidosta vastaavalle taholle.

Tietomallinnus luo mahdollisuuksia myös muun muassa rakentamiseen. Kuvassa 2.2 on jossakin määrin esitetty rakentamiseen ja suunnittelun ohjaukseen liittyviä asioita. Niitä ei kuitenkaan käsitellä tässä yhteydessä.

2.2.3 Lähtötilanteen mallinnus

Erityisesti korjausrakentamisessa korostuu lähtötilanteen mallinnuksen merkitys. Tietysti myös uudisrakentamisen yhteydessä tontin mallilla voi olla oma tärkeä osa kokonaisuutta. Kuitenkin korjausrakentamisen yhteydessä inventointimallilla eli olemassa olevan rakennuksen tietomallilla on keskeinen rooli, sillä uusien suunnitelmien tekemisessä inventointimalli on keskeinen lähtötieto. Tontin malli liittyy myös korjausrakentamiseen. Tässä luvussa kuitenkin käsitellään lähtötilanteen mallinnusta juuri inventointimallin näkökulmasta.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 2 Lähtötilanteen mallinnus määrittelee inventointimallin tekemisen kannalta keskeisiä vaatimuksia inventointimallin tekemiseen. Suurelta osin inventointimalli vastaa periaatteiltaan arkkitehdin tekemää tietomallintamista, mutta inventointimallintamiseen liittyy kuitenkin omat ominaispiirteensä (Rajala 2012, s. 6).

Inventointimallinnus perustuu ensisijaisesti rakennuspaikalla tehtävien mittauksiin, inventointeihin ja tutkimuksiin. Näiden lisäksi inventointimallinnuksessa voidaan hyödyntää vanhoja piirustuksia ja muita dokumentteja. (Rajala 2012, s. 7.) Mittaukset tehdään todennäköisesti valtaosin laserkeilauksien avulla, mutta ne voidaan tehdä myös esimerkiksi takymetrimittauksin. Nämä molemmat menetelmät mainitaan tietomallivaatimuksissa. Mittauksiin liittyvät omat epätarkkuudet ja yleisissä tietomallivaatimuksissa asetetaan niille tarkkuusvaatimuksia. Laserkeilauksen mittapisteiden virhe saa olla

korkeintaan 10 mm ja takymetrimittauksilla mittapisteiden sijaintipoikkeama saa olla korkeintaan 5 mm. Edellä olevien mittauksiin perustuvien menetelmien lisäksi yleisissä tietomallivaatimuksissa mainitaan myös lähtötietojen pohjana laseretäisyysmittauksen ja vanhojen piirustusten yhdistelmä (Rajala 2012, s. 9–10). Viimeksi mainittu menetelmä ei kuitenkaan ole riittävän tarkka, jotta sillä saataisiin tehtyä mittatarkkuuden suhteen luotettava malli (Rajala 2012, s. 9). Tässä yhteydessä on myös muistettava, että vanhojen piirustusten luotettavuuteen vaikuttaa muun muassa rakennusmittausmenetelmä ja piirustusten todenmukaisuus. Rakennustyömaalla ei välttämättä ole kaikilta osin noudatettu alkuperäisiä suunnitelmia ja tehtyjä muutoksia ei ole päivitetty suunnitelmiin.

Inventointimallin mittausten tekemiseenkin liittyy omat ongelmansa. Esimerkiksi osa rakenteista on piilossa esimerkiksi alakattojen takana ja mittauksen tekeminen vaatii näiden avaamista. Kuitenkin rakennus saattaa olla tässä vaiheessa käytössä, minkä takia mittauksien tekeminen voi olla todella hankalaa ja esimerkiksi rakenteiden avaaminen ei onnistu. (Rajala 2012, s. 9.) Mikäli rakennus on käytössä, saattaa myös kiinteistössä olevat esineet hankaloittaa mittausten tekemistä.

Sen lisäksi, että mittausten tekemismenetelmälle asetetaan eri tarkkuustasot, määritetään yleisissä tietomallivaatimuksissa myös tarkkuustasoja muun muassa tutkimuksille ja selvityksille sekä varsinaisille inventointimalleille (Rajala 2012). Riippuu käyttötarkoituksesta, mitä tarkkuustasoja inventointimallin tekemisessä käytetään. Huomionarvoista on, että rakenteille pitää määrittää rakennetyypit (Rajala 2012, s. 8). Tyypityksen pitää ilmaista, että kyseessä on olemassa oleva rakenne. Tyypityksen tarkoitus on auttaa havaitsemaan, minkälaisesta rakenteesta on kyse. Näin pystytään havaitsemaan, mikä on esimerkiksi ulkoseinän rakennetyyppi. Tyypityksen periaate on myös kirjattava tietomalliselostukseen. (Rajala 2012, s. 8, 11.)

Inventointimallin tekemiseen liittyy keskeisesti myös inventointimallin mallinnustarkkuus. Vaikka rakenteet on pääasiassa suunniteltu täsmälleen vaaka- tai pystysuoriksi, niin harvoin ne ovat tällaisia. Rakenteissa esiintyy tyypillisesti muun muassa vinoja ja kaarevia pintoja (Rajala 2012, s. 13). Inventointimallin tekeminen täsmälleen todellisen mukaisena olisi kuitenkin todella työlästä ja todennäköisesti se ei olisi myöskään käytön kannalta tarpeellista. Tämän takia Tietomallivaatimuksissa määritetään rakennusosille sallitut mittapoikkeamat. Rakennusosien nurkkapisteillä sallittu mittapoikkeama on 10 mm, pinnoilla, kuten seinillä ja lattialla, 25 mm ja vanhoilla epäsäännöllisillä rakenteilla 50 mm (Rajala 2012, s. 13). Vaikka nämä vaatimukset on asetettu, niin mallinnustarkkuus sovitaan kuitenkin hankekohtaisesti ja tarvittaessa voidaan tarkkuustasot sopia tarkemmin myös eri rakennuksen osille (Rajala 2012, s. 13).

Varsinaisella inventointimallilla on kolme tasoa, joista alin, taso yksi, on tilamalli ja tasot kaksi ja kolme ovat rakennusosamalleja. Tason kolme rakennusosamalli eroaa tasosta kaksi siinä, että yksityiskohtia ja rakennusosia on lisätty. Tilamalli sisältää yksinkertaistetusti tilat ja ulkokuoren. Tason kaksi rakennusosamalli sen sijaan sisältää kaikki rakennusosat ja tilat tilatietoineen. Rakennusosat eivät kuitenkaan sisällä kaikkia yksityiskohtia. Taso kaksi on inventointimallien niin sanottua normaalia tasoa. (Rajala 2012, s. 14–16.)

Inventointimalli voidaan aluksi tehdä tilamalliksi ja tarvittaessa täydentää hankkeen edetessä rakennusosamalliksi. Tyypillisesti tarve- ja hankesuunnitteluvaiheen aikana inventointimalli tehdään juuri tilamalliksi ja ennen varsinaisen suunnittelun käynnistämistä se tarkennetaan rakennusosamalliksi. Kaikkiansa inventointimallin tekemiseen menee aikaa kahdesta kuuteen kuukauteen ja tähän sisältyvät mittaukset sekä varsinaisten inventointimallien tekeminen. (Rajala 2012, s. 18.)

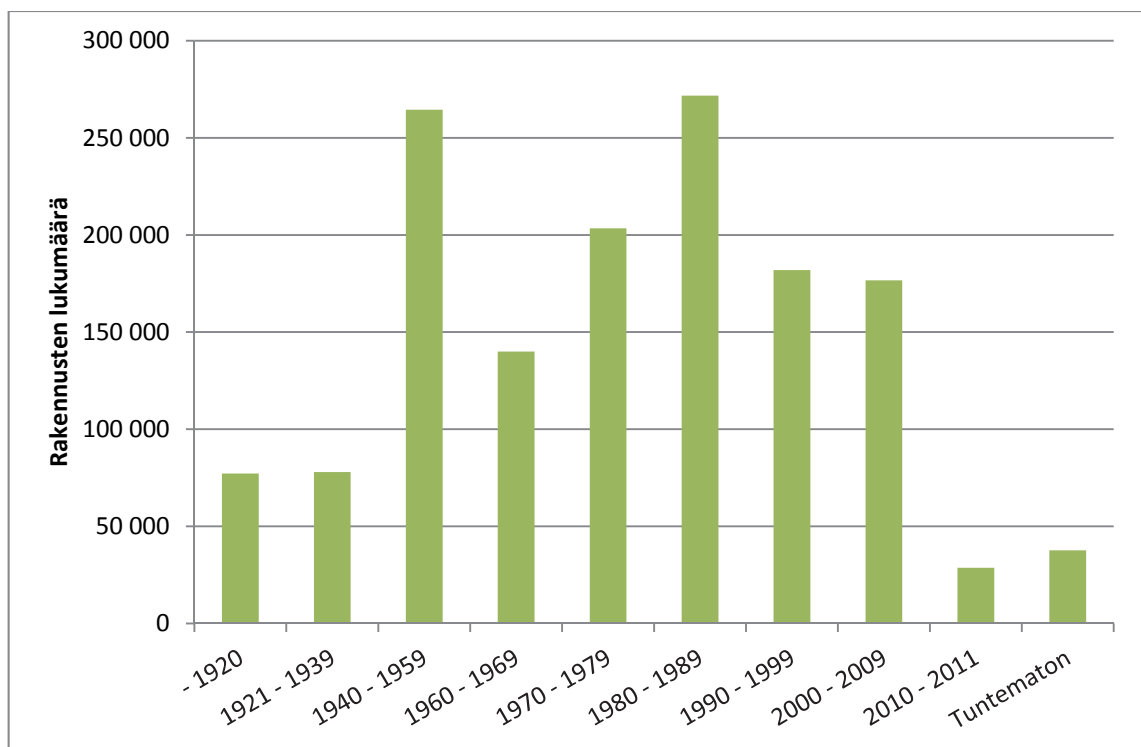
Tietomallintamisessa on keskeistä tietomallien siirrettävyys muiden osapuolien käyttöön ja sama tilanne on myös inventointimallien osalta. Luonnollisesti inventointimallin pitää sisältää tarkkuustason edellyttämät rakennusosat, mutta niiden mukana pitää siirtyä tieto rakennusosan sijainnista, sovitusta tietosisällöstä ja geometriasta (Rajala 2012, s. 7). Inventointimalli toimitetaan alkuperäismuodossa ja IFC-muodossa. Sen lisäksi, että inventointimalli toimitetaan tietomallina, tuotetaan ja toimitetaan myös inventointimallista tehtyjä mittapiirustuksia, kuten esimerkiksi pohjapiirustuksia, leikkauksia ja julkisivupiirustuksia. (Rajala 2012, s. 22.) Lisäksi, mikäli mittaukset on tehty laserkeilaamalla, pitää kyseisestä mitta-aineistosta toimittaa muun muassa pistepilvimalli ja pistepilvimalli mitattavassa pyörähdyskuvamuodossa.

Vaikka monet edellä mainitut ja monet muut Yleisten tietomallivaatimusten osassa kaksi olevat vaatimukset ovat tärkeitä, edellyttää inventointimallin käyttö yksityiskohteisempaa sopimista. Yleisissä tietomallivaatimuksissa suositellaankin ottamaan suunnittelijat mukaan määrittämään inventointimallin vaatimuksia (Rajala 2012, s. 9). Tämä tietysti edellyttää, että suunnittelijat ovat jo tässä vaiheessa mukana hankkeessa. Eräs Yleisissä tietomallivaatimuksissa mainittu asia on inventointimallin tekeminen samalla tietomallinnusohjelmalla kuin arkkitehti tekee varsinaisen mallinnuksen (Rajala 2012, s. 20). IFC-muodossa olevassa tietomallissa ei ole samanlaista parametrista käyttäytymistä kuin alkuperäismallissa. Arkkitehdin suunnittelu kuitenkin edellyttää mahdollisuutta muokata inventointimallia. Helpointa on sopia ennen inventointimallin tekemistä, että käytetään tekemisessä samaa tietomallinnusohjelmaa kuin arkkitehti. Näin saadaan inventointimalli suoraan muotoon, jossa sen hyödyntäminen on tehokasta ja välttyään konvertoinnin aiheuttamalta lisätyöltä. (Rajala 2012, s. 20.)

3 KORJAUSRAKENTAMINEN

3.1 Rakennuskanta ja korjausrakentamisen kehittyminen

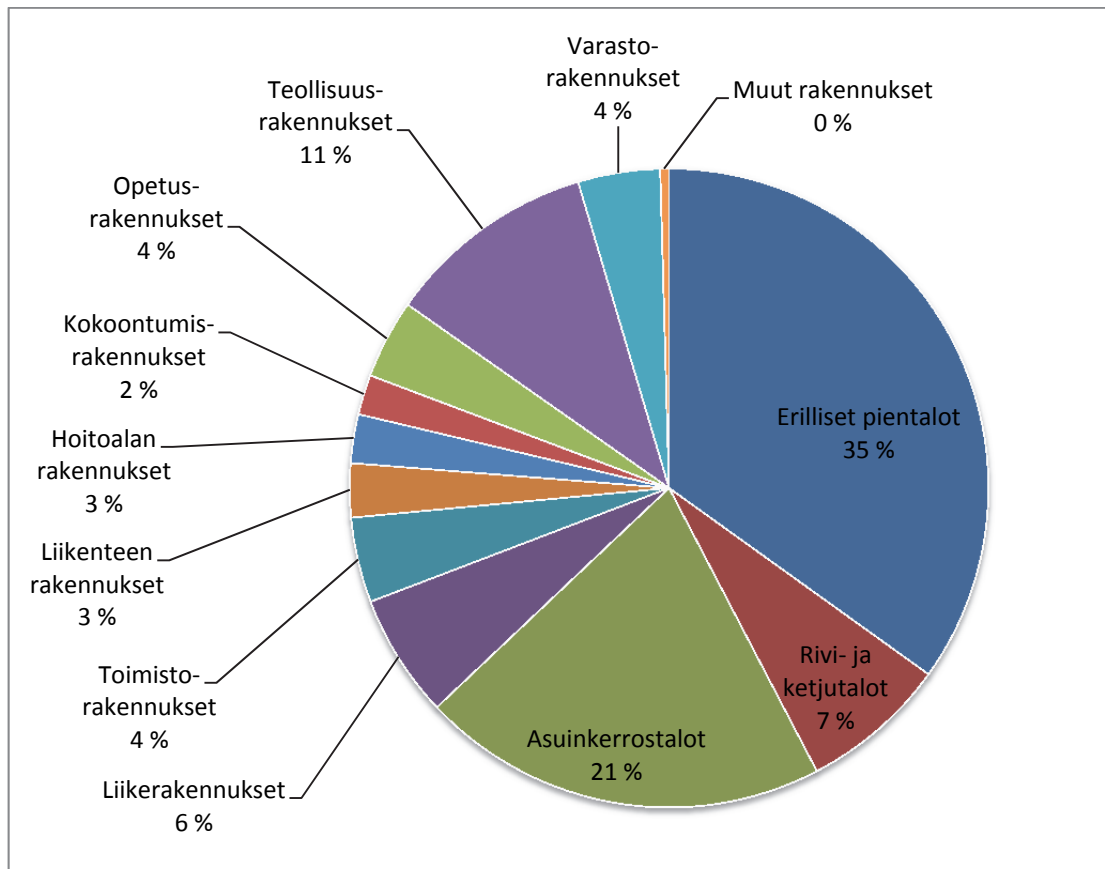
Korjausrakentamisen kehitykseen vaikuttaa merkittävästi muun muassa rakennuskannan ikäjakauma. Suomen rakennuskanta koostuu noin 1,46 miljoonasta rakennuksesta. Rakennuskanta on kuitenkin suhteellisen nuorta verrattuna moniin muihin maihin. Kaikista Suomessa rakennetuista rakennuksista lähes 69 % on rakennettu vuoden 1960 jälkeen ja peräti 45 % vuoden 1980 jälkeen. Kuvassa 3.1 on esitetty tarkemmin rakennusten lukumäärät rakennusvuoden mukaan. Kyseisestä tilastosta on huomioitava, ettei joukkoon lasketa kesämökkejä, maatalousrakennuksia eikä talousrakennuksia (SVT 2011a). Huomionarvoista on myös havaita alkupään tarkastelujaksojen olevan pitempiä kuin loppupäässä.



Kuva 3.1. Kaikkien rakennusten lukumäärä rakentamisvuoden mukaan. (SVT 2011a).

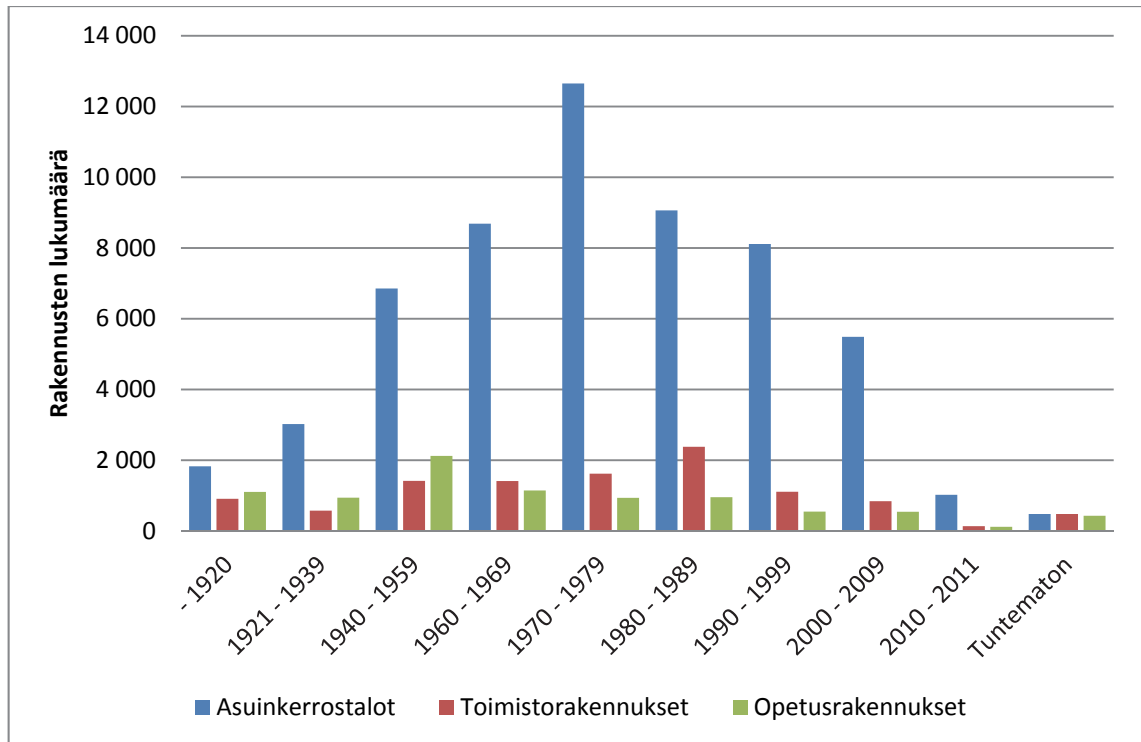
Valtaosa, peräti 85 % rakennuksista on asuinrakennuksia ja vain 15 % on muita rakennuksia. Kyseinen tilasto tarkastelee rakennusten kappalemäärää, joten pientaloilla on suuri merkitys tilastossa. Pientalojen osuus onkin kaikista rakennuksista 76 % (SVT 2011a). Tarkasteltaessa tilannetta kerrosalojen suhteen on asuinrakennusten osuus 63 % ja muiden rakennusten osuus on 37 %. Kuvassa 3.2 on esitetty tarkemmin kerrosalojen

osuus eri tarkoitukseen tarkoitetuilla rakennuksilla. Edelleen on havaittavissa pientalojen osuuden olevan suurin kaikista, mutta suhteellinen osuus on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin vertailtaessa rakennusten lukumäärää.



Kuva 3.2. Rakennustyyppien osuus kerrosalojen suhteen. (SVT 2011a).

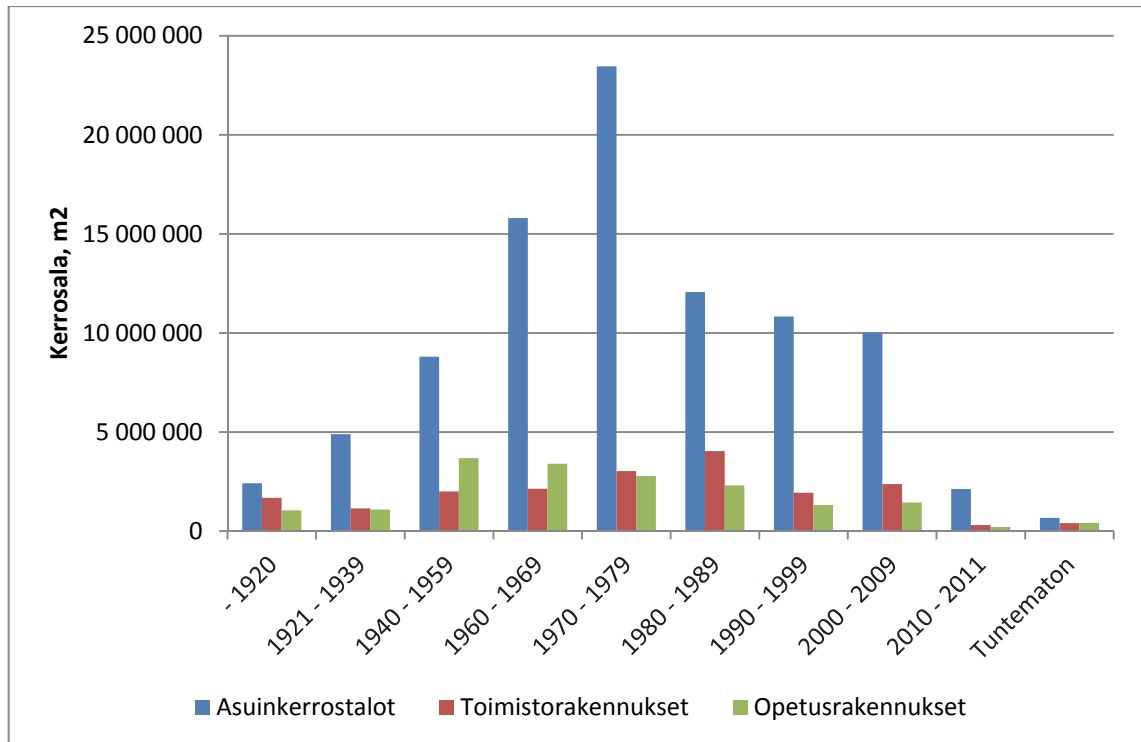
Korjausrakentaminen kohdistuu kaikentyyppisiin rakennuksiin, mutta eri rakennustyyppien välillä suoritettavilla korjaustoimenpiteillä ja niiden järjestelyillä on eroa. Lieenee perusteltua väittää korjausrakentamisen toimivan huomattavasti pienemmässä mittakaavassa pientalojen osalta kuin esimerkiksi asuinkerrostalojen osalta. Teollinen, suuressa mittakaavassa toimiva korjausrakentaminen kohdistuu lähinnä suuriin rakennuksiin, joten on oleellisempaa tarkastella näitä rakennuksia tarkemmin. Tarkastelemalla tarkemmin asuinkerrostalojen, toimistorakennusten ja opetusrakennusten rakennusajan kohtaa voidaan arvioida paremmin korjausrakentamisen kehitystä. Kuvassa 3.3 on esitetty edellä mainitut rakennustyyppit lukumäärän ja rakennusvuoden mukaan. Tietysti myös monien muiden rakennustyyppien osalta voi olla kiinnostavaa tehdä samainen vertailu, mutta monien rakennustyyppien osuus on melko pieni. Toisaalta osa rakennustyypeistä on sellaisia, että niiden yhteydessä korjausrakentamisen merkitys on huomattavasti vähäisempää. Esimerkiksi yksinkertaisten teollisuushallien yhteydessä korjausrakentaminen on luonteeltaan usein melko yksinkertaista.



Kuva 3.3. Asuinkerrostalojen, toimistorakennusten ja opetusrakennusten lukumäärä rakennusvuoden mukaan. (SVT 2011a).

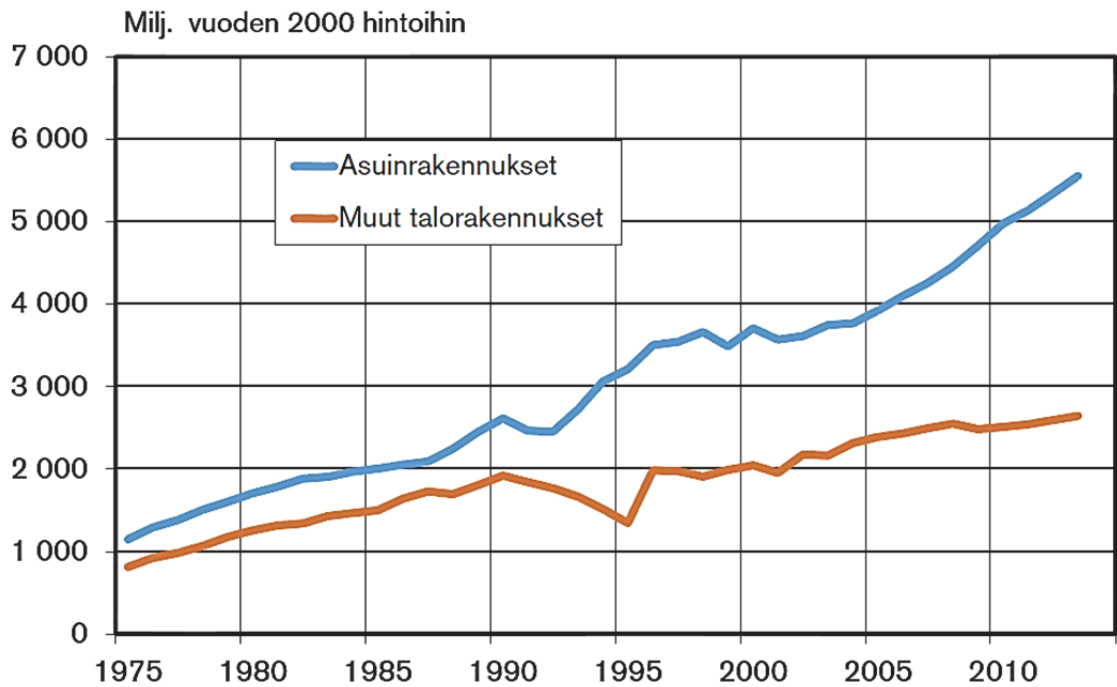
Kuvasta 3.3 on helppo havaita 1970-luvun olleen asuinkerrostalojen rakentamisen osalta merkittävin ajanjakso. Toimistorakennusten ja opetusrakennusten osalta ei aivan niin selvästi pystytä havaitsemaan eroja. Etenkin opetusrakennusten suhteen rakentaminen on ollut koko tarkasteluajan suhteellisen tasaista, joskin rakentaminen on ollut vähäisempää viimeisen kahden vuosikymmenen aikana. Toimistorakennuksilla on kuitenkin havaittavissa 1980-luvun olleen toimistorakentamisen kannalta ennätyksellinen vuosikymmen.

Tarkastelemalla asiaa kerrosalojen suhteen voidaan havaita paremmin rakennusten koon vaikutukset. Kuvassa 3.4 on kuvattu kuvaa 3.3 vastaava tilanne, mutta tällä kertaa kerrosalan suhteen. Opetus- ja toimistorakennusten suhteen ei ole havaittavissa suuria muutoksia kuvien välillä suhteessa eri ajanjaksoihin. Sen sijaan asuinkerrostaloissa on helppo havaita 1960- ja 1970-lukujen olleen todella merkittävää rakennusaikaa ja toisaalta rakentamisen olleen vain lievästi laskevaa 1980-luvulta lähtien kerrosalojen suhteen.



Kuva 3.4. Asuinkerrostalojen, toimistorakennusten ja opetusrakennusten kerrosalat rakennusvuoden mukaan. (SVT 2011a).

Ajatellen Suomen rakennuskannan ikäjakaumaa on selvää, että korjausrakentamisen merkitys vahvistuu tulevaisuudessa. Lisäksi on selvästi osoitettu korjausrakentamisen osuuden kasvaneen suhteessa uudisrakentamiseen (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 10). Kuvassa 3.5 on osoitettu korjausrakentamisen kasvaneen melko tasaisesti koko tarkasteluajan. Huomionarvoista on, etteivät talouden suhdanteet ole juurikaan vaikuttaneet korjausrakentamiseen. On jopa todennäköistä, että kasvu voi olla suhteellisen voimakasta tulevaisuudessa. Vuonna 2011 kerrostalojen korjauskustannuksista asunto-osakeyhtiöiden osalta 38 % kohdistui ennen vuotta 1960 rakennettuihin rakennuksiin, 30 % kohdistui 1960-luvulla rakennettuihin rakennuksiin, 21 % kohdistui 1970-luvulla rakennettuihin rakennuksiin ja 8 % kohdistui 1980-luvulla rakennettuihin rakennuksiin (SVT 2011b). Kun korjaukset suhteutetaan rakennuskantaan, on ilmeistä olettaa korjausrakentamisen kasvavan selvästi. Kuitenkin on myös huomattava, että korjaustarpeet eroavat eri-ikäisissä kohteissa. Näin ollen korjaustarpeen määrä saattaa olla jossain määrin vähäisempi uudemmissa rakennuksissa.



Kuva 3.5. Korjausrakentamisen kehitys. (Rakennusteollisuus RT 2012, s. 5.)

Myös ympäristöministeriössä on havaittu korjausrakentamisen tärkeys ja vuonna 2007 julkaistiin Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, missä linjattiin korjausrakentamisen nykytilaa ja kehittämistarpeita. Korjausrakentamisen kehittäminen ei kuitenkaan ole uusi asia vaan valtio on kehittänyt sitä jo 1980-luvulta lähtien (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 15). Valtion kiinnostus korjausrakentamiseen on luonnollista, sillä rakennuskanta muodostaa merkittävän osuuden kansallisvarallisuudesta. Rakennuskanta myös uudistuu todella hitaasti, joten haluttaessa parantaa rakennuskantaa, joudutaan kohdistamaan toimenpiteitä myös olemassa olevaan rakennuskantaan (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 12). Esimerkiksi rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen ei onnistu vain uudisrakentamisen vaatimuksia kiristämällä. Toimenpiteitä pitää siis kohdistaa myös olemassa olevaan rakennuskantaan.

Korjausrakentamista tapahtuu joka tapauksessa, mutta valtion tuella ja lainsäädännöllisellä ohjauksella on suuri merkitys korjausrakentamisen kehittymiseen. Yhteiskunnan tuki pyritään ohjamaan perusparannushankkeisiin, joilla on merkitystä yhteiskunnalle (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 14). Tällaisia hankkeita on esimerkiksi ”energiatehokkuuden ja esteettömyyden parantaminen sekä käyttö- ja huolto-ohjeen ja kunnossapitosuunnitelman laatiminen” (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 14). Korjausrakentamisen kehittymistä tulevaisuudessa kuvaa ainakin osittain Korjausrakentamisen strategiassa 2007–2017 julkaistu korjausrakentamisen visio vuoteen 2017.

Omistajat ja käyttäjät tiedostavat rakennusten ylläpito-, korjaus- ja kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet sekä rakennusten ominaispiirteiden merkityksen.

Ylläpitoa, kehittämistä ja korjaamista varten on tarjolla monipuolisia ja laadukkaita palveluja ja tuotteita, luotettavaa tietoa sekä toimiva viranomaisohjaus.

Rakennuskantaa ylläpidetään, kehitetään ja korjataan asiantuntevasti. (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 17.)

Visiosta on havaittavissa sen liittyminen laajasti korjausrakentamisen ja ylläpidon eri osa-alueille. Esille voisi nostaa etenkin tavoitteen parantaa kiinteistön pitkäjänteistä kiinteistönpitoa. Strategiasta käy ilmi tavoite edistää kiinteistön omistajia seuraamaan kiinteistön kuntoa säännöllisesti ja sijoittamaan tämän perusteella oikea-aikaisesti (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 19–20). Uuteen asunto-osakeyhtiölakiin onkin lisätty pykälä, jossa määrätään hallitusta esittämään yhtiökokouksessa seuraavan viiden vuoden aikana olevat kunnossapitotarpeet (L 22.12.2009/1599, 6. luku 3 §).

Sen lisäksi, että yhteiskunnan ohjaus vaikuttaa korjausrakentamiseen, aiheuttavat myös paikalliset tekijät ja tarpeet oman osansa kehityksen suuntaan. Muutosta aiheuttavat niin väestön kuin teollisuudenkin siirtyminen. Riippuen tilanteesta voidaan joutua miettimään kiinteistöjen purkamista, omistamista tai kehittämistä käyttötarpeen pienen-tyessä tai toisaalta kasvualueilla täydennysrakentamista, kiinteistöjen kehittämistä tai käyttötarkoituksen muuttamista (Korjausrakentamisen strategia 2007–2017, s. 12). Esimerkiksi Helsingin kaupunki pyrkii edistämään täydennysrakentamista, joka ei välttämättä tarkoita korjausrakentamista vaan voi olla myös uudisrakentamista (Hellsten 2012). Tyypillisesti tulevaisuudessa on myös parhaat rakennuspaikat jo rakennettu ja jos halutaan sijoittaa toimintoja sijaintinsa puolesta mahdollisimman hyvälle paikalle, joudutaan harkitsemaan joko vanhan rakennusten purkamista tai vaihtoehtoisesti vanhojen rakennusten korjaamista.

3.2 Rakennuksen elinkaari ja korjausrakentamisen osa-alueet

Rakennuksen elinkaareen kuuluu lähes aina luonnollisena osana korjausrakentaminen, sillä onhan kyse tyypillisesti hyvin pitkästä ajanjaksosta. Itse asiassa rakennuksen elinkaari alkaa jo ennen rakentamista rakennusmateriaalien raaka-aineiden käyttöön ottamisesta ja elinkaari päättyy rakennuksen purkamisen jälkeen rakennusmateriaalien kierrätykseen tai loppusijoitukseen (Myyryläinen 2008, s. 22). Elinkaari liittyy myös yksittäisiin rakennusosiin tai teknisiin järjestelmiin. Luonnollisesti näiden rakennusosien tai teknisten järjestelmien elinkaari on melko usein varsinaisen rakennuksen elinkaarta lyhyempi. Elinkaarella ei kuitenkaan ole absoluuttista pituutta vaan pituuteen vaikuttavat myös vallitsevat olosuhteet sekä hoito ja ylläpito. Suorittamalla määräaikaishuollot ja kunnossapitotoimenpiteet oikeaan aikaan ja asiantuntevasti pystytään merkittävästi myös lisäämään rakennusosan tai teknisen järjestelmän elinkaaren pituutta (Myyryläinen 2008, s. 37–38). Vaikka kiinteistön hoito ja ylläpito liittyy keskeisesti elinkaareen, niin se liittyy keskeisesti myös kiinteistön käyttöön ja käyttäjien vaatimuksiin. Esimer-

kiksi kiinteistön siivoukseen vaikuttavat suuresti edellä mainitut käytön ja käyttäjien vaatimukset. Kuitenkin korjausrakentamisen kannalta on kiinnostavaa nimenomaan hoito ja ylläpito juuri rakennusosien ja teknisten järjestelmien elinkaaren kannalta.

Luonnollisesti on tavoiteltavaa ylläpitää kiinteistöä mahdollisimman edullisesti huomioiden kuitenkin käyttöön liittyvät vaatimukset ja tavoitteet. Tämän takia on myös tärkeää suunnitelmallisesti hoitaa, ylläpitää ja myös kehittää kiinteistöä. Tässä ovat tärkeässä osassa asianmukaiset hoito- ja huoltotoimenpiteet, mutta lisäksi tärkeässä roolissa ovat erilaiset seurantatiedot (Myyryläinen 2008, s. 38–39). Kun tähän vielä yhdistetään säännöllisesti suoritettava kuntoarvio ja mahdollisesti myös kuntotutkimukset ja energiakatselmus, saadaan riittävästi tietoa PTS-ohjelman laatimiseksi. Tosin lisäksi PTS-ohjelman laatimiseen vaikuttavat käyttäjiltä saatu palaute ja tulevaisuuden tarpeet. (Myyryläinen 2008, s. 80–81.) Termi PTS tarkoittaa pitkän tähtäimen suunnitelmaa ja tavoitteena on nimenomaan pyrkiä ennakoimaan tulevat korjaukset ja myös varautumaan niihin.

Edellä on käsitelty korjausrakentamisen suhdetta kiinteistön elinkaareen ja ylläpitoon. Korjausrakentamiseen liittyvillä toimenpiteillä on kuitenkin erilaisia tavoitteita. Myyryläinen (2008, s. 64–65) jaottelee korjausrakentamiseen liittyvät toimenpiteet investoivaan korjausrakentamiseen, ylläpitävään korjausrakentamiseen ja kiinteistönhoitotyönä tehtäviin korjauksiin. Investoivaan korjausrakentamiseen kuuluvat lisärakentaminen ja alkuperäistä laatutasoa nostavat korjaukset. Ylläpitävän korjausrakentamisen tavoite sen sijaan on nimenomaan ylläpitää, jotta saadaan pidennettyä korjattavan kohteen elinkaarta. Viimeiseen eli kiinteistöhoitotyönä tehtäviin korjauksiin kuuluvat ylläpitävät korjaukset tai uusimiset, joita ei ole osattu ennakoida. Kyse on yleensä kuitenkin pienistä korjauksista. (Myyryläinen 2008, s. 64–65.) Korjausrakentamista voidaan jakaa eri tavoitteiden mukaan myös muulla tavalla. Yleisesti käytettyjä termejä tässä yhteydessä ovat peruskorjaus ja perusparannus. Joukkoon voisi lisätä myös muutusrakentamisen. Peruskorjaus ja -parannus eroavat toisistaan siten, että peruskorjauksessa pyritään korjauksen kohde saamaan rakennusaikaista vastaavalle tasolle ja perusparannuksessa pyritään parantamaan laatutasoa selvästi rakennusaikaista tasoa korkeammalle (Kiinteistöliiketoiminnan sanasto 2012, s. 40, 41). Vaatimustaso on yleisesti noussut esimerkiksi asumisen suhteen ja tämän takia onkin tyypillistä korjaustoimenpitein nostaa rakennuksen laatutasoa. Muutusrakentaminen sen sijaan eroaa siinä, että sen tavoitteena on muuttaa kohteen käyttötarkoitusta tai käyttötapaa (Kiinteistöliiketoiminnan sanasto 2012, s. 40).

Korjausrakentamiseen saattaa kuulua myös uuden rakentamista eli kaikki ei välttämättä ole vanhan korjaamista. Kyse saattaa olla myös näkökulmasta, ajatellaanko esimerkiksi lisäosan rakentaminen uudisrakentamiseksi vai korjausrakentamiseksi. Osa perusparannustoimenpiteistä kuitenkin voi vaatia lisärakentamista. Esimerkiksi hissin rakentaminen vanhaan rakennukseen saattaa vaatia uuden porrashuoneen tai hissikuilun rakentamista rakennuksen ulkopuolelle (RT 88-11047, s. 2).

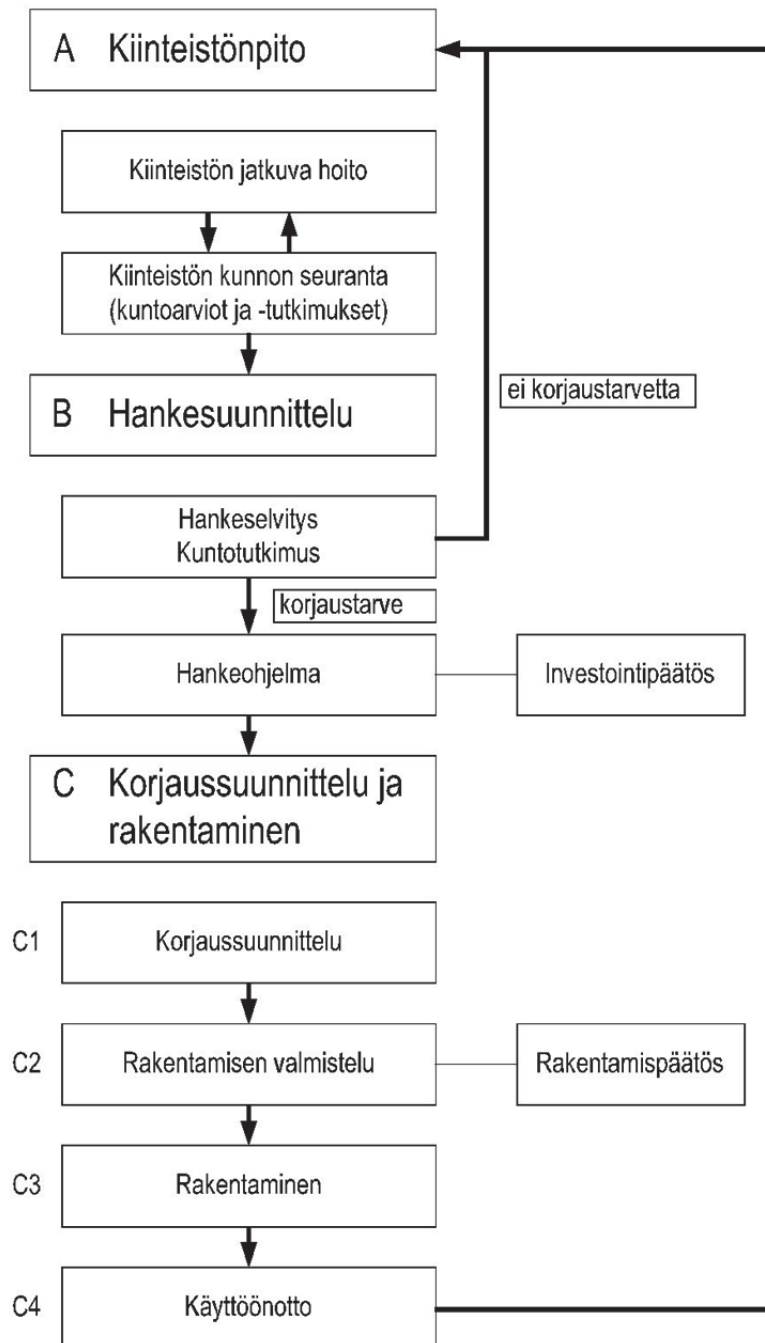
Mitä sitten tarkalleen korjauskohteissa korjataan? Ensinnäkin Korjausrakentamisen strategiassa 2007–2017 (2007, s. 10) listattiin muutamia tyypillisiä syitä korjaustarpeen

syntymiselle ja näitä ovat muun muassa tyypillinen rakennusten ja teknisten järjestelmien vanheneminen, virheelliset korjaukset, energiatehokkuuden parantaminen, esteettömyyden parantaminen tai tilantarpeessa ja käyttötarkoituksessa tapahtuneet muutokset. Asunto-osakeyhtiöiden osalta on saatavissa tarkempaa tilastotietoa asiasta. Vuonna 2011 asunto-osakeyhtiöiden korjauksista erottui kaksi eri osa-aluetta selvästi muista. Korjauksista 40 % kohdistui LVI-järjestelmiin (SVT 2011b). Toinen merkittävä korjausten kohde oli 25 % osuudella ulkorakenteet, joihin kuuluvat muun muassa ulkoseinät, kattorakenteet, ikkunat ja parvekkeet. Muiden korjausten osuus oli huomattavasti pienempi. (SVT 2011b.) Kyseinen tilasto koski yksinomaan asunto-osakeyhtiöitä ja on hankala arvioida tilannetta muissa kohteissa.

3.3 Korjausrakentamisen vaiheet ja rakennesuunnittelu

Korjausrakentamiseen sisältyy pääosin samat vaiheet kuin perinteiseen uudisrakentamista koskevaan hankkeeseen. Merkittävä ero liittyy kuntoarvioihin ja kuntotutkimuksiin. Vanhasta rakennuksesta joudutaan huolellisesti selvittämään rakennuksen kunto ja korjausten tarve. Korjausrakentamisen yhteydessä joudutaan huolellisesti tutustumaan rakennukseen myös muilta osin. Rakennuksesta joudutaan muun muassa selvittämään käytetyt rakenteet, materiaalit ja rakennuksessa mahdollisesti olevat haitalliset aineet. Rakennuksella saattaa myös olla rakennushistoriallista arvoa, mikä voi myös rajoittaa rakentamista. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että korjausrakentamista varten vaadittavan huomattavasti enemmän tutkimustyötä ja selvittelyä sekä suunnittelua että rakentamista varten.

Kuvassa 3.6 on esitetty yksinkertainen kuvaus korjausrakennushankkeen vaiheista. Jo aikaisemmin on ollut esillä kiinteistönpidon olevan pitkäjänteistä toimintaa, johon kuuluvat jatkuva kunnon seuranta ja kiinteistön kehittämistarpeet. Oheisesta kuvasta käy hyvin esille juuri kunnon seurannan olevan jatkuvaa toimintaa kiinteistönpidossa. Kuvasta on kuitenkin huomioitava, että se kuvaa lähinnä tilannetta, jossa korjaustarve syntyy esimerkiksi rakennusosien tai teknisten järjestelmien vanhenemisen seurauksena. Tilanteessa, jossa tilantarpeessa tai käyttötarkoituksessa tapahtuu muutoksia, lähtee hanke liikkeelle tarveselvityksestä ja sitä seuraa hankesuunnittelu.



Kuva 3.6. Korjausrakennushankkeen vaiheet. (Pentti 2009)

Kunnon tutkimiseen käytetyt kuntoarvio ja -tutkimus on syytä erottaa toisistaan. Ne eroavat toisistaan etenkin laajuuden ja tarkkuuden suhteen. Kuntoarvio on laaja, koko kiinteistöä käsittävä tutkimus, mutta se ei ole kovin tarkka. Sen sijaan kuntotutkimus on tarkka, mutta usein keskittyy yksittäisen asian, kuten betonijulkisivun, kunnon tutkimiseen. Kuntoarviossa tutkimukset tehdään pääasiassa aistihavaintoja käyttäen ja rakenteita rikkomatta (RT 18-11059, s. 2). Kuntotutkimuksessa sen sijaan yleensä käytetään rakenteita rikkovia menetelmiä. Sen tavoitteena on selvittää vaurion tai ongelman laajuus sekä syy ja myös antaa toimenpide-ehdotukset. Kuntoarvion ja -tutkimuksen keski-

näinen suhde on yleensä sellainen, että kuntoarvion tekijä suosittelee kuntotutkimuksen tekemistä tarvittaessa. (RT 18-11059, s. 1–2.)

Hankkeen jatko kuntoarvioiden ja mahdollisten kuntotutkimusten jälkeen riippuu monesta tekijästä. Ensinnäkin hankesuunnitteluvaiheen kuntotutkimuksessa voidaan myös havaita, ettei korjaustarvetta ole, kuten kuvasta 3.6 voidaan havaita. Toinen merkittävästi hankkeeseen vaikuttava seikka on luonnollisesti sillä se, mitä korjataan. Tämä osaltaan ratkaisee senkin, ketkä hankkeeseen osallistuvat.

Rakennesuunnittelun osuus riippuu etenkin siitä, kuinka paljon korjaukset kohdistuvat rakenteisiin. Lausuntovaiheessa olevan rakennesuunnittelun tehtäväluettelossa (RAK 12) määritetään korjausrakentamiseen kuuluviksi muun muassa eri tutkimusten ohjelmointi, rakenteiden teknisten ominaisuuksien määrittely ja eri korjausvaihtoehtojen määrittely tai arviointi. Vaikka kuntoarvioiden ja kuntotutkimusten teko kuuluu kiinteistönpitoon, niin myös rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu olla mukana kuntotutkimusten ja mahdollisten muiden tutkimusten järjestelyissä. Syytä on kuitenkin huomauttaa, ettei rakennesuunnittelija välttämättä ole sama koko hankkeen ajan vaan etenkin hankkeen alussa voi rakennesuunnittelijana toimia eri taho kuin varsinaisen korjausrakentamisen käynnistyessä.

Kuntotutkimuksien järjestelyihin osallistumisen lisäksi kuuluu rakennesuunnittelijalle myös rakenteiden yleisten teknisten ominaisuuksien määrittely, kuten edellä jo mainittiin. Niiden yhteydessä pyritään selvittämään muun muassa sallitut kuormat ja palotekniset ominaisuudet (RAK 12). Keskeisenä tehtävänä on myös määrittää eri korjausvaihtoehtoja tai arvioida muiden suunnitelmien soveltuvuutta. Projektista riippuen voidaan joutua suunnittelemaan rakenteiden vahvistamista ja purkutoimenpiteitä, jotka saattavat sisältää myös tuentasuunnitelmia. (RAK 12.) Rakennesuunnittelija joutuu usein myös pohtimaan talotekniikkaa varten tehtävien reikien vaikutuksia rakenteisiin.

Edellä on listattu tehtäviä, jotka liittyvät juuri korjausrakentamiseen. Monet tehtävät ovat luonnollisesti aivan samoja kuin uudisrakentamisessakin. Tehtävät kuitenkin riippuvat suuresti kyseisestä hankkeesta, mutta esimerkiksi uusien rakenteiden suunnittelu kuuluu varmasti melko usein rakennesuunnittelijan tehtäviin myös korjauskohteissa.

Tietomallintamisen vaikutuksia korjausrakentamiseen käsitellään tarkemmin myöhemmin kyselyiden ja haastatteluiden tulosten yhteydessä. Yleisissä tietomallivaatimuksissa on kuitenkin määritelty korjausrakentamiseen liittyen muutamia seikkoja, jotka on syytä mainita jo tässä vaiheessa. Ensinnäkin riippuu korjauskohteesta ja muusta mallintamisesta, mitä rakennesuunnittelijan pitää mallintaa. Rakennesuunnitteluun kuitenkin kuuluu vanhojen rakenteiden mallintaminen, mikäli inventointimallia ei ole tehty tai sen tarkkuus ei ole riittävä rakenteiden osalta. Vanhoista rakenteista pitää mallintaa kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet. Rakenteiden inventointimallin tekemisessä on ensisijaisesti noudatettava yleisissä tietomallivaatimuksissa esitettyjä vaatimuksia lähtötilanteen mallinnukselle. Mallinnus voidaan kuitenkin tehdä myös vanhojen piirustusten avulla. (Kautto 2012, s. 8.)

Varsinaisen suunnittelun aikana lähtökohtaisesti mallinnetaan uudet kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet, kuten lähtötietomallin osaltakin. Tässä vaiheessa

ei lähtökohtaisesti kuitenkaan enää kosketa olemassa oleviin rakenteisiin tai yleensä ottaen mallinneta niitä, jos niitä ei aikaisemmin ole mallinnettu. Kuitenkin siinä tilanteessa, että olemassa oleviin rakenteisiin tulee rakenteellisia muutoksia, pitää ne mallintaa. Tietomalliselostukseen on silloin myös kirjattava muistiin muuttuneiden rakenteiden osalta ”tieto rakenteen mitatusta tai arvioidusta sijainnista”. (Kautto 2012, s. 8.)

4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

4.1 Tutkimusmenetelmien valinta

Tietomallintamista on tutkittu paljon ja monet tietomallintamisen mahdollisuudet on tiedossa. Vielä ei tietomallintaminen kuitenkaan ole täysin vakiinnuttanut asemaansa ja monin osin vasta etsitään vakiintuneita rutiineja tietomallintamisen käyttöön. Lisäksi, kuten edellä on kerrottu, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on tullut vasta käyttöön ja näin ollen niidenkin käyttöä vasta opetellaan. Tietomallintamisen hyödyntäminen keskittyy myös valtaosin uudisrakentamiseen. Koska tämä tutkimus keskittyy korjausrakentamiseen, on haasteena vähäinen kokemus asiasta ja se, että asiaa ei ole juuri tutkittu etenkin rakennesuunnittelun kannalta.

Asiaa ei siis voi lähteä tutkimaan kirjallisuusselvityksenä. Asiassa voisi ajatella olevan kaksi tutkimusvaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto olisi tapaustutkimus, jossa tutkittaisiin tilannetta esimerkkikohteen avulla. Toinen vaihtoehto olisi taas tutkia asiaa keräämällä tietoa ihmisiltä, joilla on kokemusta asiasta.

Ensimmäinen vaihtoehdon etuna olisi yksityiskohtaisemman tiedon saaminen, mutta toisaalta ongelmana voisi olla, että saatua tietoa ei pystyisi yleistämään erityyppisiin kohteisiin. Korjausrakentamisessa kuitenkin on suuria eroja kohteiden välillä ja korjauskohteet eroavat suuresti toisistaan. Diplomityötä ei kuitenkaan ollut mahdollista tehdä tapaustutkimuksena ja jo tämänkin takia päädyttiin jälkimmäiseen vaihtoehtoon. Keräämällä tietoa laajemmin eri tahoilta saadaan myös tutkittua asiaa yleisemmästä, laajemmasta näkökulmasta kuin tapaustutkimuksella olisi ollut mahdollista, kuten tavoitteena onkin.

Tutkimus päätettiin tehdä kysely- ja haastattelututkimuksena. Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin rakennesuunnittelijoille suunnattu kysely, jolla pyrittiin saamaan yleiskäsitys tietomallintamisen käyttämisestä niin uudis- kuin korjausrakentamiseenkin. Tämän jälkeen suoritettiin haastattelut. Haastatteluja suoritettiin muutaman rakennesuunnittelijan sekä rakennushankkeen eri osapuolien kanssa. Rakennesuunnittelijoiden haastatteluilla tarkennettiin kyselyn pohjalta saatuja huomioita. Muiden osapuolien haastatteluilla taas pyrittiin saamaan yleiskäsitys tietomallintamisen käytöstä yleisesti ja etenkin korjausrakentamiseen. Tämän lisäksi pyrittiin selvittämään rakennesuunnittelijan tietomallin merkitystä kyseisille osapuolille. Seuraavissa alaluvuissa on tarkemmin esitelty käytetyt tutkimusmenetelmät.

4.2 Kysely

Kyselyn etuna on mahdollisuus saada vastauksia laajalta joukolta ja näin saadaan laajempi kuva asiasta kuin esimerkiksi haastatteluilla. Toisaalta ongelmana on, ettei voida olla varmoja, kuinka totuudenmukaisesti vastauksiin vastataan tai onko kysymykset ymmärretty oikein. Vastauksiin ei välttämättä myöskään vastata kovin aktiivisesti. (Hirsjärvi et al. 2010, s. 195.)

Diplomityön kysely tehtiin sähköpostikyselynä vuoden 2012 tammi- ja helmikuu aikana ja se lähetettiin noin 50 henkilölle. Kyselyt lähetettiin laajasti eri rakennesuunnittelutoimistoihin, joista valtaosa valittiin Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry:n rakennesuunnittelua tekevien jäsenyritysten joukosta. Kysely osoitettiin esimerkiksi toimialojen vastuuhenkilöille ja jos ei tarkempaa tietoa ollut, niin kysely lähetettiin yrityksen toimitusjohtajalle. Monessa tapauksessa kyselyn alkuperäinen vastaanottaja välitti kyselyn eteenpäin. Vastauksia kyselyyn tuli 15 kappaletta ja näin ollen vastausprosentti oli noin 30 %. Lisäksi diplomityössä huomioitiin myös eräs sähköpostilla tullut kommentti. Siinä eräs kyselyn vastaanottaja ei vastannut kyselyyn, mutta kommentoi asiaa kuitenkin yleisesti sähköpostilla. Usein varsinaisia vastauksia tuli yksi kappale yrityksestä, mutta muutamassa tapauksessa samasta yrityksestä tuli muutama vastaus. Kysely tehtiin luottamuksellisesti, joten diplomityössä esitettyjä kommentteja ei ole yhdistetty vastauksen tekijään. Kysely koostui sekä monivalintakysymyksistä että avoimista kysymyksistä. Kysely on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.

Kyselyn vastauksissa on hyvä havaita, että osa vastauksista perustuu vastaajan arvioon, ei todelliseen arvoon. Esimerkiksi kysymyksessä 1, jossa kysytään kuinka monessa prosentissa yrityksen kohteissa tietomallintamista käytetään, on hankala vastata täsmälleen oikein. Vastauksia voidaan siis pitää vain suuntaa antavina. Lisäksi on syytä huomata, että isoissa yrityksissä on useita osastoja ja eri toimipisteitä. Vastaajan on todennäköisesti mahdotonta arvioida tilannetta koko yrityksen näkökulmasta. Huomionarvoista myös on, että vaikka kysely pyrittiin laatimaan huolella, oli osassa vastauksista osa kysymyksistä ymmärretty eri tavalla kuin oli tarkoitus.

4.3 Haastattelut

Haastatteluiden etuna on, että vastaaja pystyy tarkemmin selittämään näkemyksiään ja haastattelussa on myös helpompi varmistua, että kysymys on ymmärretty oikein. Etuna myös on, että haastattelun käsitellessä uutta asiaa ei välttämättä voida tietää haastattelun suuntaa (Hirsjärvi & Hurme 2000, s. 35). Haastattelun ongelmana toisaalta on, että haastattelut ovat suhteellisen työläitä ja käytännössä haastatteluja ei voida tehdä yhtä paljon kuin esimerkiksi kyselyitä. Haastatteluja on useita eri tyyppejä ja eräs tapa jakaa haastattelut eri tyyppeihin on käyttää termejä lomakehaastattelu, teemahaastattelu ja strukturoimaton haastattelu (Hirsjärvi & Hurme 2000, s. 44). Lomakehaastattelussa haastattelu tehdään nimensä mukaisesti lomakkeen mukaan ja kysymysten muoto sekä järjestys on määrätty. Strukturoimaton haastattelu sen sijaan etenee haastateltavan eh-

doilla. Haastattelija kysyy avoimia kysymyksiä ja vastauksien perusteella pyrkii tarkentamaan vastauksia kysymällä tarkentavia kysymyksiä. Strukturoimaton haastattelu on luonteeltaan keskustelunomainen. (Hirsjärvi & Hurme 2000, s. 44–46.) Kolmas haastattelutyyppejä, teemahaastattelu, on kahden aikaisemman haastattelutyypin välimuoto. Yleisempi termi lomakehaastattelun ja strukturoimattoman haastattelun välimuodolle on puolistrukturoitu haastattelu, minkä määritelmät eroavat selvästi eri lähteissä. Puolistrukturoiduissa haastatteluissa voivat esimerkiksi kysymykset olla täsmälleen samoja kaikille haastateltaville. Sen sijaan teemahaastattelussa ei esimerkiksi kysymyksiä tai niiden muotoa ole sidottu vaan ainoastaan teema on kaikille sama. Teemahaastattelu etenee siis keskeisten teemojen varassa. (Hirsjärvi & Hurme 2000, s. 47–48.)

Diplomityön haastattelut olivat lähimpänä teemahaastattelua. Haastateltavat olivat hankkeen eri osapuolia ja näin ollen kysymykset oli pyritty kohdentamaan kulloinkin juuri kyseiselle osapuolelle. Haastateltavina oli kaksi rakennesuunnittelijaa, joilla oli kokemusta tietomallintamisen käyttämisestä korjausrakentamiseen ja yksi rakennesuunnittelija, joka oli erikoistunut korjausrakentamiseen käyttäen perinteisiä menetelmiä. Näiden lisäksi haastateltavina olivat arkkitehti, talotekniikkasuunnittelija, urakoitsija ja omistajan edustaja. Haastateltavat henkilöt pyrittiin valitsemaan siten, että haastateltavilla olisi kokemusta tietomallintamisen hyödyntämisestä projekteissa lukuun ottamatta perinteisesti suunnittelua tekevää rakennesuunnittelijaa. Valtaosin haastattelut onnistuivat ensisijaisen haastatteluvaihtoehdon kanssa, mutta muutamassa tilanteessa alkuperäinen haastateltava ehdotti sopivammaksi haastateltavaksi toista henkilöä.

Haastattelut tehtiin joulukuun 2012 ja maaliskuun 2013 välisenä aikana. Haastattelut nauhoitettiin ja myöhemmin ulkopuolinen yritys litteroi haastattelut. Nauhoituksen ja litteroinnin avulla pyrittiin varmistamaan, että haastateltavien kommentit saatiin mahdollisimman hyvin kirjoitettua muistiin. Litteroinnin jälkeen haastattelut käytiin huolellisesti läpi ja niistä pyrittiin löytämään oleelliset seikat. Haastattelut käytiin läpi kevään 2013 aikana.

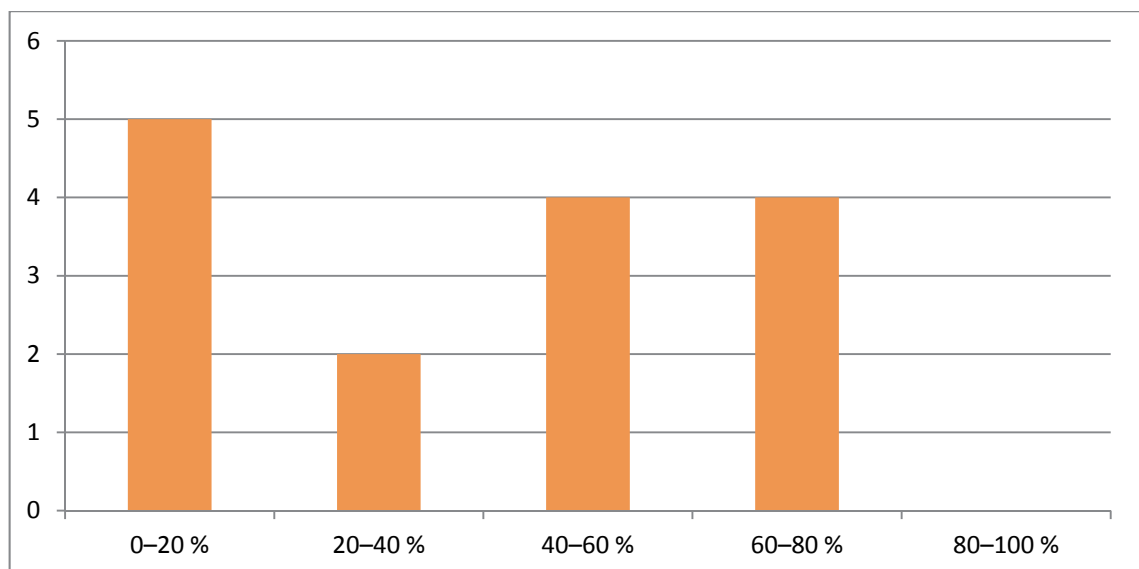
Haastattelujen luotettavuuteen on kuitenkin suhtauduttava varauksella, sillä haastateltavia oli suhteellisen vähän etenkin rakennushankkeen muiden osapuolien osalta. Kun haastattelut toteutettiin siten, että oli vain yksi haastattelu kutakin rakennushankkeen osapuolta kohden, ei saatu kokonaiskuvaa kyseisen osapuolen tilanteesta vaan nimenomaan yksittäinen mielipide. Jos haastattelu olisi suoritettu toisen henkilön kanssa, voisivat vastaukset poiketa merkittävästi toisistaan. Vastauksiin myös vaikuttaa haastateltavan kokemus asiaan. Haastateltavien kokemusten määrä vaihtelikin selvästi toisistaan.

5 KYSELYN TULOKSIA TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYNTÄMISESTÄ

Tietomallintamisen nykytilannetta rakennesuunnittelussa pyrittiin selvittämään erityisesti kyselyn avulla. Tässä luvussa esitelläänkin juuri kyselyn vastauksista tehtyjä havaintoja. Kyselystä otetuista lainauksista on korjattu selvät kirjoitusvirheet, jotka ovat lähinnä seurausta niin sanotuista näppäilyvirheistä.

5.1 Tietomallintamisen tilanne yleisesti

Kyselyn vastausten perusteella kävi selväksi, että tietomallintamista hyödynnetään merkittävästi rakennesuunnitteluun. Kaikissa vastanneissa yrityksissä oli käytetty tietomallintamista. Kuvassa 5.1 on esitetty kyselyyn vastaajien arvio tietomallintamista hyödyntävien projektien osuudesta. Kuvaa on kuitenkin syytä tarkastella melko kriittisesti, sillä vastaajia oli melko vähän ja vastaukset perustuivat vastaajien arvioihin, ei todellisiin arvoihin. Vaikka arvio pyydettiin antamaan yrityksen projekteissa, arvioon varmasti vaikutti vastaajan osasto tai toimipiste yrityksen ollessa isompi. Eräässä vastauksessa oli myös merkitty kaksi kohtaa, 0–20 % ja 20–40 %. Kuvan perusteella ei myöskään voida arvioida, kuinka paljon mallintamista on hyödynnetty projektien aikana.



Kuva 5.1. Vastaajien arvio tietomallintamista hyödyntävien projektien osuudesta suhteessa kaikkiin projekteihin.

Kuvan perusteella voisi arvioida vastaajien joukosta löytyvän kaksi ryhmää. Toisessa ryhmässä mallintaminen on vielä melko vähäistä ja mallintamisen osuus on vain 0–20 %. Tässä joukossa mallintaminen tuskin on vielä saavuttanut kovin vakiintunutta asemaa. Sen sijaan toinen ryhmä muodostuu 20–80 % mallintavista. Näiden kohdalla voisi olettaa mallintamisen saavuttaneen jo vakiintuneemman aseman. Tarkemmat arviot vaatisivat tietenkin huomattavasti suuremman vastaajajoukon ja myös paremmin tähän asiaan keskittyneen kyselyn. Lienee kuitenkin perusteltua väittää mallintamisen yleisesti ottaen saavuttaneen merkittävän aseman rakennesuunnittelussa. Tuskin mikään yritys käyttäisi mallintamista 60–80 %:ssa projekteissaan, jollei sillä olisi todellista merkitystä.

Kyselyssä myös kysyttiin mallintamiseen käytettäviä ohjelmia. Vastausten perusteella kävi selväksi, että mallintaminen tapahtuu lähinnä kahdella ohjelmalla. Kysymykseen vastanneista 13 kertoi käyttävänsä mallintamiseen Tekla Structures -mallinnusohjelmaa ja 4 Autodesk'n Revit Structure -mallinnusohjelmaa. Käyttö ei välttämättä keskittynyt aina tiettyyn ohjelmaan vaan kolme vastaajista kertoi käyttävänsä molempia näistä ohjelmista.

Mihin tietomallintamista sitten käytetään uudisrakentamisessa? Vastauksista kävi ilmi, että mallintamalla suunnitellaan laajasti erityyppisiä kohteita. Vastaajat mainitsivat niin asuinkerrostalot, toimistorakennukset, julkiset rakennukset kuin teollisuuskohteetkin. Vastaajien välillä oli myös suuria eroja. Eräs vastaaja totesi yrityksen mallintavan kaikki teollisuuskohteet, kun taas toinen vastaaja totesi teollisuuskohteissa mallinnuksen olevan vähäistä. Tosin jälkimmäinen mainitsi yrityksen kuitenkin mallintavan kaikki teräsrakenteet. Todennäköisesti näiden kahden vastaajan välinen ero olisi pienempi, jos vastauksiin pyydetäisiin tarkennuksia.

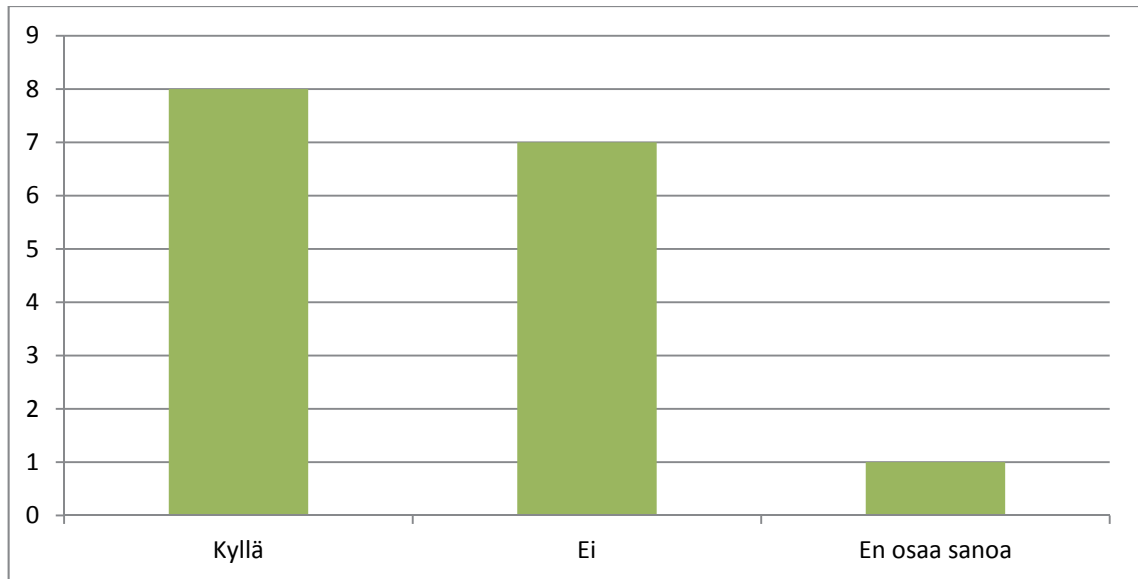
Se, tehdäänkö suunnittelu mallintamalla kokonaan vai vain tietyn asian tai vaiheen osalta, riippuu sekä hankkeesta että yrityksestä. On vaikeaa vetää johtopäätöksiä vastauksien perusteella. Useat vastaajat totesivat tekevänsä suunnittelun pääasiassa mallintamalla, mutta paljon oli myös vastakkaisia mielipiteitä. Eräs vastaaja totesikin: ”Mallintamisen laajuus ja tarkkuus mietitään aina tapauskohtaisesti.” Mallintamiseen vaikuttaa suuresti myös rakennusmateriaali. Teräsrakenteiden osalta vastaajat mainitsivat suunnittelun tapahtuvan kokonaan mallintamalla. Betonirakenteiden osalta oli sen sijaan enemmän hajontaa. Eräessä kommentissa todettiin elementtirakenteiden suunnittelun tapahtuvan mallintamalla, mutta sen sijaan ”paikallavalurakenteista tehdään usein vain massamalli ja detaljiikka hoidetaan 2D-suunnitteluna”. Kyseessä oli yksittäinen kommentti ja siitä ei kannata vetää johtopäätöksiä vallitsevista käytännöistä. Kommentti kuitenkin kuvastaa betonirakenteiden mallintamisessa olevan hajontaa mallintamistarkkuudessa.

Keskeinen tieto mallintamisen hyödyntämisen kannalta liittyy mallintamisen etuihin ja ongelmiin. Kokemukset vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka hyödyllisenä mallintaminen koetaan. Vastausten perusteella voidaan nostaa esiin muutamia etuja, jotka toistuivat eri muodoissa monissa vastauksissa. Näitä olivat havainnollisuus ja virheettömyys. Lisäksi usein mainittiin myös törmäystarkastelut niin rakenteiden ja elementtien

keskinäisten törmäysten osalta, kuten myös rakenteiden ja talotekniikan osalta. Kaikki edellä mainitut seikat ovat keskeisiä itse rakennesuunnittelun kannalta. Näiden lisäksi yksittäisissä kommentteissa mainittiin myös mallintamisen hyödyntäminen aikataulutukseen, määrälaskentaan ja ylläpitoon.

Vastausten perusteella löytyi mallintamiseen liittyen muutama ongelmallinen osa-alue. Ensinnäkin muutama vastaaja totesi työmäärän ja suunnitteluajan kasvavan. Toinen seikka liittyi ohjelmistopuutteisiin, jossa kommentit koskivat lähinnä raudoitusta. Eräs vastaaja kommentoi, että raudoituksen mallintaminen on tehokasta, jos voidaan käyttää systeemiraudoitusta, mutta mikäli joudutaan mallintamaan yksittäisiä teräksiä myös työmäärä kasvaa merkittävästi. Myös paikallavalurakenteiden mallintaminen mainittiin ongelmalliseksi muutaman vastaajan toimesta. Mallintamisen yhteydessä ongelmia saattaa aiheutua myös muutoksien tekemisestä, mistä kaksi vastaajaa huomautti. Toinen kommentoi raudoituksen muokkaamisen olevan työlästä ja toinen totesi yleisesti muutosten tekemisen olevan työlästä ja aikaa vievää. Viimeinen yleinen ongelma liittyi piirustusten tuottamiseen. Eräs vastaaja totesi mallista tuotettujen piirustuksien luettavuuden olevan heikompi verrattuna perinteisesti tuotettuihin piirustuksiin ja toisessa vastauksessa kommentoitiin piirustusten tuottamiseen kuluva monta työvaihetta ennen kuin piirustus on valmis. Ongelmat saattavat myös olla seurausta paljon laajemmista asioista. Eräs vastaaja kirjoitti asiaan liittyen kommentin: ”Mallintaminen ja sen tehokas hyödyntäminen suunnittelussa edellyttää, että projektin lähtötiedot on selvästi aiemmin käytettävissä ja tämä onkin suurin ongelma tietomallinnushankkeissa.”

Edellä olevista ongelmista kävi jo ilmi, että osa vastaajista koki suunnitteluajan kasvamisen ongelmaksi. Kyselyssä kysyttiin myös tarkemmin mallintamisen vaikutusta suunnittelu aikaan. Kuvassa 5.2 on esitetty vastaajien arviot mallintamisen vaikutuksesta suunnittelu aikaan uudisrakentamisessa. Vaikka mallintamisen ongelmia käsiteltäessä mainitsi useampi vastaaja ongelmaksi juuri suunnitteluajan kasvamisen, ei kuvan mukaisesti asiasta kuitenkaan ollut yksimielisyyttä. Samankaltainen tilanne saattaa olla myös muiden mallintamisen ongelmien suhteen.



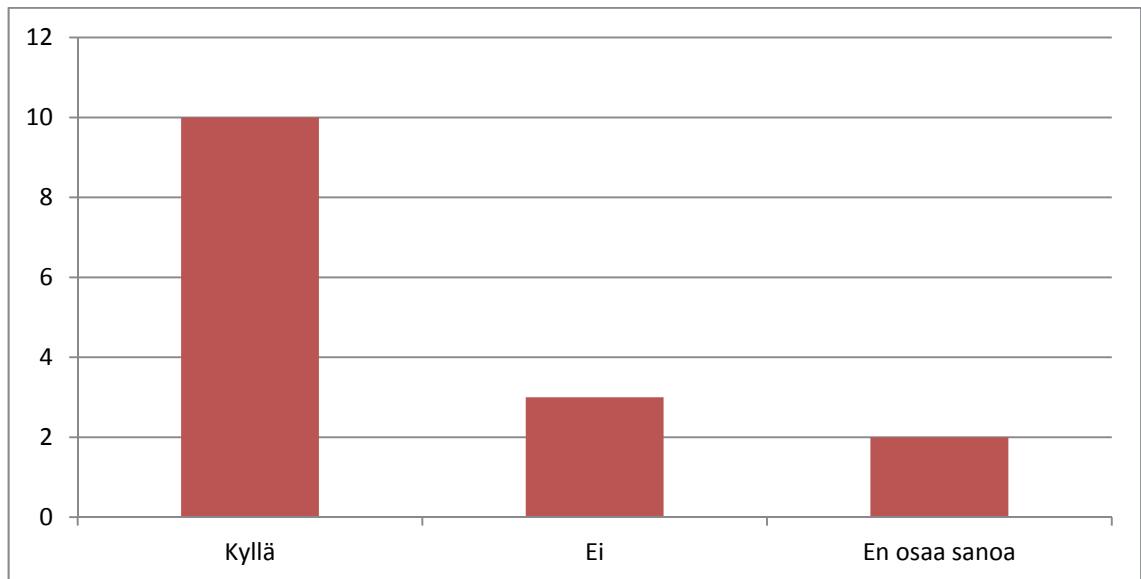
Kuva 5.2. Vastaajien arvio tietomallintamisen vaikutuksesta suunnittelun nopeuteen uudisrakentamisessa.

Kuvan mukaisesti havaitaan asian jakavan vastaajien mielipiteen voimakkaasti. Kaksi vastaajista vastasikin kysymykseen sekä kyllä että ei. Kysymys onkin riippuvainen tilanteesta. Tämä kävi esille myös muista kommenteista. Eräs kysymykseen ”kyllä” vastannut totesi: ”Joskus nopeuttaa, joskus hidastaa.” Toisaalta mallintamista ei voida suoraan verrata perinteiseen CAD-pohjaiseen suunnitteluun. Tämä käy hyvin esille eräästä vastauksesta: ”Usein tietomallintamalla tuotetaan selvästi enemmän informaatiota verrattuna perinteiseen dokumenttipohjaiseen rakennesuunnitteluun. Suunnittelu usein nopeutuu (=tehostuu), mutta kun samalla tehdään selvästi enemmän → suunnittelun kokonaiskesto pysynee samana tai hieman pitenee.”

Eräs vastaaja mainitsi myös eron teräs- ja betonirakenteita suunniteltaessa. Teräksen osalta mallintaminen on ilman muuta järkevämpää. Betonin osalta sen sijaan on kiinnitettävä huomiota siihen, mitä ja miten mallinnetaan. Samainen vastaaja myös painotti huomioimaan aikataulun ja kustannusraamit sekä ohjelman rajoitteet. Muutaman kommentin perusteella voisi sanoa mallintamisen olevan rakennesuunnittelua laajempi asia. Eräs vastaaja kommentoi: ”Tehokkaassa käytössä muiden suunnittelijoiden sitoutuminen mallintamiseen on välttämätöntä.” Eräs toinen taas totesi mallintamalla suunniteltaessa vaadittavan tyypillisesti enemmän työtä ja aikaa. Kuitenkin samainen vastaaja myös totesi: ”Joissakin hankkeissa, joissa koko suunnitteluprosessi päätöksentekomekanismeineen on suunniteltu ja mietitty mallinnushankkeena, on mahdollista nopeuttaa kokonaissuunnittelu-aikaa, kun otetaan huomioon sekä varsinainen rungon rakennesuunnittelu että valmisosien suunnittelu. Asuinkerrostalojen suunnittelussa on toistaiseksi todettu, että tietomallintamalla suunnittelu-aika on merkittävästi suurempi kuin perinteisesti.”

Kuvan 5.2 ja kyselyn kommenttien perusteella ei voida täysin kiistattomasti väittää suunnitteluajan kasvavan, mutta kuitenkin sen mahdollisuus on merkittävä. Kyselyssä kysyttiin, ovatko mallintamisen hyödyt uudisrakentamisessa niin merkittävät, ettei pi-

dempi suunnitteluaikaakaan haittaisi. Tällä pyrittiin selvittämään mallintamisen etuja suhteessa mahdollisesti pidempään suunnittelu aikaan. Kuvassa 5.3 on esitetty vastaajien arvio asiasta.

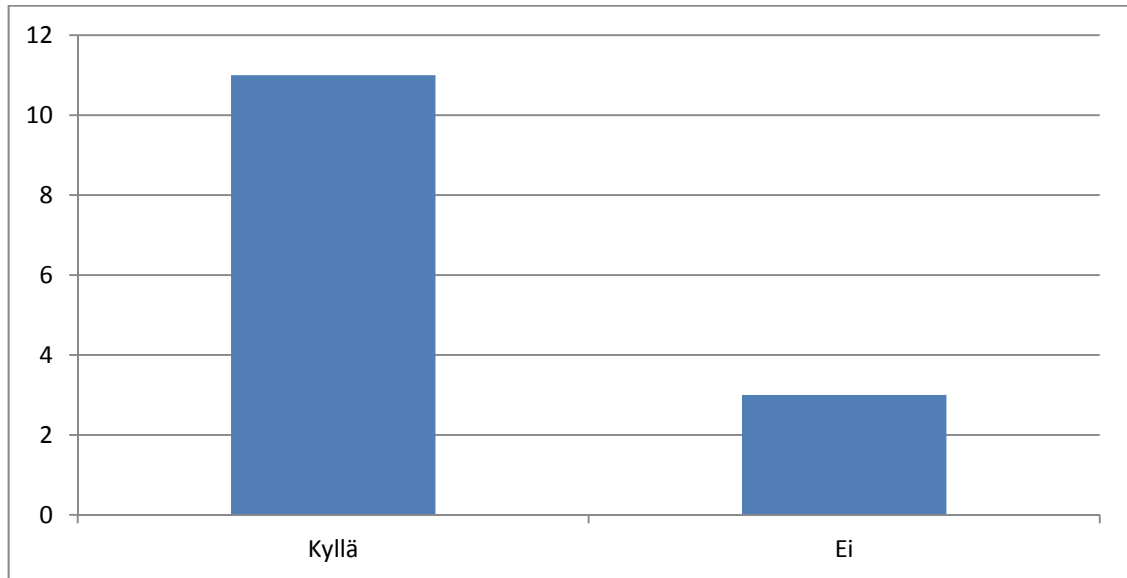


Kuva 5.3. Vastaajien arvio, onko tietomallintamisen hyödyt uudisrakentamisessa niin merkittävät, ettei pidempi suunnittelu aikaakaan haittaisi.

Kuvan perusteella voidaan arvioida, että asiasta ollaan huomattavasti yksimielisempiä kuin esimerkiksi mallintamisen vaikutuksesta suunnittelu aikaan. Tässäkin vastauksessa tuli muutama vastaus sekä kyllä- että ei-kohtaan. Eräs näin vastannut kommentoi asian riippuvan osa-alueesta. Kysymystä ei juurikaan kommentoitu, mutta eräs vastaaja kuitenkin kommentoi asiaa varsin analyttisesti: ”Jos huomioidaan myös tietomallin käyttö myös työmaan aikataulutukseen ja käyttöönotto-aikaan, niin pidempi suunnittelu aika on järkevää. Tämä vaatii kuitenkin koko projektin läpivienniltä tarkempaa suunnittelua (työmaatoiminnot, toimintojen oikea-aikaisuus, muutoksien hallinta, aikataulutus jne.) Myös kustannuksiin on otettava kantaa projektissa.” Tämän vastaus antaa melko hyvän kokonaiskuvan asiasta. Ilman muuta osa mallintamisen eduista on saavutettavissa aina mallinnettaessa. Kuitenkin laajempi hyöty on saavutettavissa vasta mallintamista hyödynnettäessä laajemmin. Suunnittelussa on kuitenkin välttämätöntä huomioida mallintamisen mahdollisesti aiheuttama lisätyö. Lienee selvää, että vaikka suunnittelijat mielellään tekisivät suunnittelun mallintamalla, ei välttämättä ole mahdollista käyttää mallintamista, jos suunnittelun työmäärä on suurempi ja asiaa ei huomioida sopimuksissa. Tietenkään asia ei ole aivan näin yksinkertainen. Kuten edellä todettiin, pitää miettiä mitä ja miten mallinnetaan.

Edellä on jo muutama otteeseen viitattu mallintamisen olevan rakennesuunnittelua laajempi asia. Kysyttäessä, helpottaako tietomallintaminen rakennesuunnittelua itsessään vai edellyttääkö se myös muiden suunnittelijoiden tietomallintamista, jakautuivat mielipiteet melko voimakkaasti. Kommenteista oli välillä vaikea poimia varsinaista mielipidettä. Varovaisen arvion mukaan voisi sanoa lievän enemmistön mielestä mallin-

tamisen hyödyttävän rakennesuunnittelua jo itsessään. Kuitenkin vallitsevana mielipiteenä tuntui olevan, että täysi hyöty on saavutettavissa vasta kaikkien mallintaessa, ja muutaman mielestä hyötyjen saavuttamiseksi vaaditaan koko ryhmän mallintamista. Jotta saataisiin selville kokemukset integroiduista tietomallipohjaisista suunnitteluprojekteista, kysyttiin asiasta kyselyssä. Integroidulla tietomallipohjaisella suunnitteluprojektilla tarkoitetaan projektia, jossa kaikki osapuolet toimivat tietomallipohjaisesti ja osapuolet hyödyntävät toistensa tietomalleja muun muassa tietomallien yhteensovituksessa. Kuvassa 5.4 on esitetty, onko vastaajilla kokemusta tämän tyylisistä projekteista.



Kuva 5.4. Vastaajien osallistuminen integroituihin tietomallipohjaisiin suunnitteluprojekteihin.

Vaikka valtaosalla vastaajista oli kokemusta integroiduista tietomallipohjaisista suunnitteluprojekteista, on määrä kuitenkin melko monella vastaajalla suhteellisen vaatimaton. Valtaosa vastaajista oli osallistunut yksittäiseen tai vain muutamiin projekteihin. Muutamalla taholla oli selvästi enemmän kokemusta tämän tyylisistä projekteista. Näissä projekteissa muutamat vastaajat olivat nähneet eduiksi havainnollisuuden ja eri suunnitelmien yhteensovituksen. Epäloogisuudet ja virheet havaitaan aikaisemmin. Tämän ansiosta vähenee työmaalla esiin tulevien virheiden määrä. Eräs vastaaja totesi tietomallien auttavan työmaakokouksissa, kun käytetään tietomalleja piirustusten sijasta, ja näin eri osapuolet ymmärtävät paremmin projektin sisällön. Lisäksi saavutetaan hyötyä myös työmaan aikataulutukseen.

Integroituihin tietomallipohjaisiin projekteihin liittyy kuitenkin myös monia ongelmia, kuten kyselyn pohjalta pystytään havaitsemaan. Ensinnäkin, kuten eräs vastaaja totesi, tietomallintamiseen liittyy muutosvastarintaa ja mieluummin tehtäisiin, kuten aikaisemmin. Myös toinen vastaaja totesi ongelmana olevan osan suunnitteluosapuolien sitoutumattomuuden mallintamiseen. Eräs syy muutosvastarintaan, mutta myös monen muun ongelman syy on, kuten eräs vastaaja totesi, tietomallintamisen aiheuttamat muutokset prosessiin verrattuna perinteisiin projekteihin. Samainen vastaaja myös totesi

tietomallintamisen seurauksena osapuolien tehtäviin ja rooleihin tulevan muutoksia. Monessa vastauksessa todettiin tähän liittyviä seikkoja. Eräs vastaaja totesi eräänä ongelmana olevan alussa määritettävien pelisääntöjen määrittelyn, jotta kaikilla on tiedossa, mitä muilta osapuolilta saadaan. Samoin eräessä vastauksessa todettiin suunnittuosapuolien koordinoinnissa olevan ongelmia. Useammassa vastauksessa myös tuotiin esille tietomallien päivittämiseen liittyviä seikkoja. Esiin nousivat ongelmat, joissa mallia ei jakseta ylläpitää, ja yleensäkin ongelmat mallin ja piirustuksien päivittämisessä. Vastauksissa ei kuitenkaan käynyt sen tarkemmin esille, mistä tarkalleen johtuivat mallin päivittämiseen liittyvät ongelmat.

Vastauksien perusteella voisi arvioida integroitujen tietomallipohjaisten suunnitteluprojektien vielä niin sanotusti hakevan paikkaansa. Eräessä kommentissa todettiin: ”Jos totta puhutaan, niin en ole vielä nähnyt täydellistä integroitua tietomallipohjaista projektia.” Kyseisellä vastaajalla ei ollut kokemusta kovinkaan monesta integroidusta tietomallipohjaisesta projektista, mutta kommentti lienee pätevän melko laajasti. Muutamilla vastaajilla oli ollut todella paljon enemmän tällaisia projekteja ja varmasti niiden joukkoon oli mahtunut onnistuneitakin, mutta vielä vaikutti olevan paljon kehitettävää. Lienee perusteltua väittää integroiduilla tietomallipohjaisilla projekteilla olevan potentiaalia, mutta vielä vaaditaan lisää kehitystä, jotta toimintatavat saadaan toimiviksi ja tällaiset projektit vakiintuvat rakennusallalle.

Edellä on useampaan otteeseen mainittu mallintamisesta saatavan suuremman hyödyn, kun sitä käytetään laajasti koko hankkeessa. Eräessä vastauksessa analysoitiin tietomallintamista todella laajasti kokonaisuuden kannalta. Vastauksessa todettiin, että tietomallin olisi syytä sisältää suunnittelun lisäksi myös työmaan toimintoja ja rakennushankkeen aikataulun. Lisäksi täydelliseen tietomalliin pitäisi liittää myös kustannuksiin ja materiaaleihin liittyvää tietoa sekä ylläpitoon liittyviä asioita. Kuitenkaan tämän kommentin mukaan vielä ei tällaisia laajasti hyödynnettyjä tietomalleja ole käytössä.

Samaisessa vastauksessa myös korostettiin olevan ehdottoman tärkeää, että kaikki suunnittelijaosapuolet mallintavat. Lisäksi on todella huolella sovittava projektin pelisäännöt, jotta mallinnus onnistuu. Vastauksessa korostettiin myös BIM-koordinaattorin roolin olevan erittäin keskeinen.

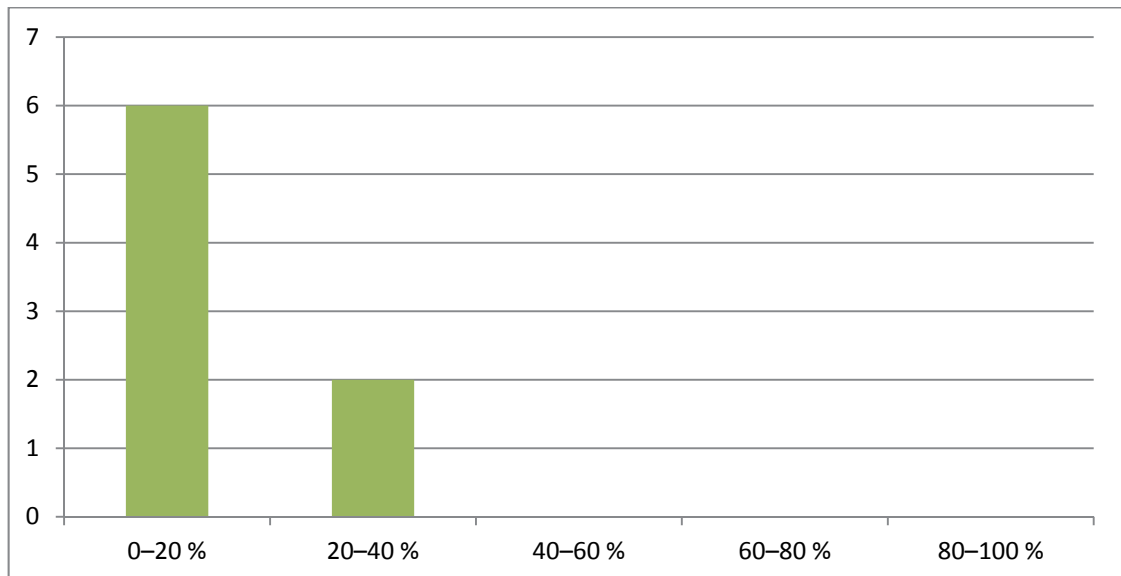
Vastauksessa todettiin myös mallinnusohjelmiin liittyvän puutteita. Ensimmäkin piirustusten saaminen mallista ei toimi vielä riittävän hyvin. Vielä ei voida pelkästään mallintaa vaan lisäksi on huomioitava piirustukseen liittyviä asioita. Toinen kommentista esiin tullut ohjelmiin liittyvä puute koski betonirakenteiden raudoitusta. Raudoituksessa käytettävien työkalujen tulisi olla yksiselitteisiä ja helppoja käyttää. Vastauksen perusteella ongelma koskee etenkin paikallavalurakenteita ja elementtejä, jos niiden tekemisessä ei pystytä hyödyntämään toistoa.

Viimeisenä asian kyseisessä kommentissa otettiin kantaa suunnittelu-aikaan ja kustannuksiin. Kommentissa todettiin: ”Kaikkea voidaan tehdä mutta laajuus määrittää täysin tarvittavan ajan ja kustannukset projektissa. Nämä tulisi huomioida ja mallinnus sovittaa saatavaan korvaukseen ja aikatauluun.”

5.2 Tietomallintamisen tilanne korjausrakentamisessa

Edellisessä luvussa käsiteltiin tietomallintamisen tilannetta yleisesti lähinnä uudisrakentamisen kautta. Monin osin samat asiat pätevät myös korjausrakentamiseen. Kuitenkin korjausrakentamisessa on erityispiirteensä, joita kyselyllä pyrittiin myös selvittämään. Tässä luvussa pyritään perehtymään näihin erityispiirteisiin.

Vastauksista kävi selvästi esille tietomallintamisen käytön olevan vähäisempää korjausrakentamisen rakennesuunnittelussa kuin uudisrakentamisessa, kuten helposti pysyy kuvittelemaankin. Neljästätoista kysymykseen vastaajasta kahdeksan kertoi käyttäneensä tietomallintamista korjausrakentamiseen ja loput kuusi taas eivät olleet käyttäneet tietomallintamista korjausrakentamiseen. Kuvassa 5.5 on esitetty niiden vastaajien, jotka käyttivät tietomallintamista korjausrakentamiseen, arviot tietomallinnettavista korjausrakentamisprojekteista suhteessa kaikkeen yrityksen tekemään mallinnukseen. Kun vielä samaan aikaan tarkastellaan kuvaa 5.1, voidaan arvioida korjausrakentamisessa osuuden olevan melko vähäinen ainakin useimpien vastaajien tapauksessa.



Kuva 5.5. Korjausrakentamisen tietomallinnuksen osuus yrityksen kaikista tietomallinnusprojekteista vastaajien arvion perusteella.

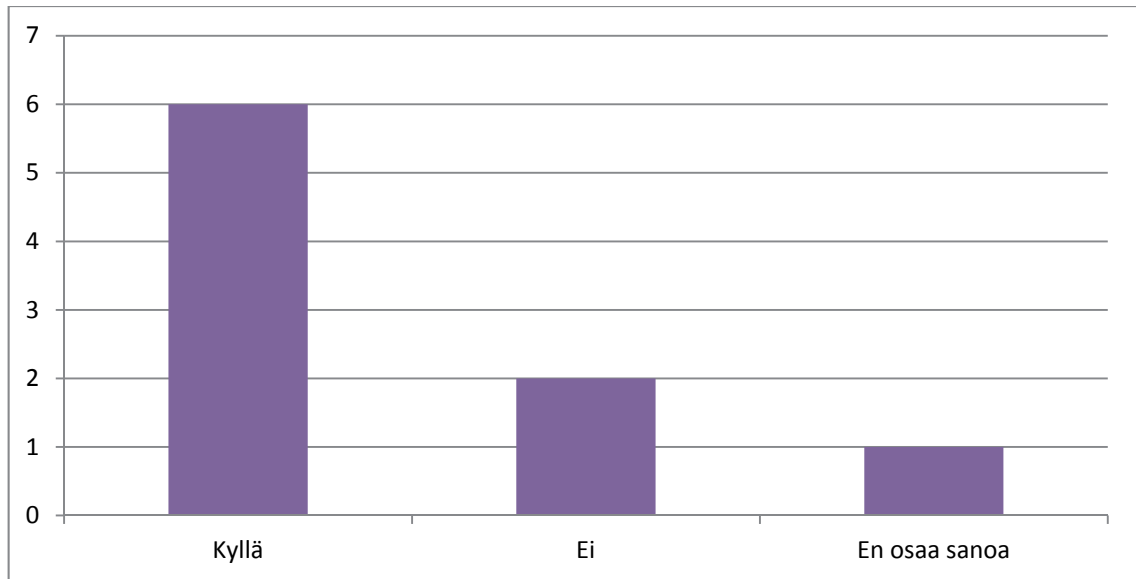
Kiinnostava seikka kuitenkin on, minkälaisissa kohteissa tietomallintamista on käytetty ja mitä tarkkaan ottaen on mallinnettu. Vastausten perusteella ei kuitenkaan pystytä tekemään johtopäätöksiä tyypillisistä kohteista, sillä eri vastaajien toimesta mainittiin muun muassa toimistot, julkiset rakennukset ja asuinrakennuksetkin. Kiinnostavaa kuitenkin oli havaita mallintamisen kohdistuvan monien vastausten perusteella juuri uusien rakenteiden suunnitteluun. Muutamassa vastauksessa mainittiin myös vanhojen rakenteiden mallintaminen, mutta pääasiassa näissäkkin tapauksissa kyseessä oli melko karkea malli. Eräässä vastauksessa todettiin olemassa olevien rakenteiden mallintamisesta seuraavasti: ”Muutamissa kohteissa on tehty vanhan olemassa olevan rakennuksen rungon

ns. karkea pintamalli, joka on käsittänyt kantavan rungon ilman liitoksia TATE-törmäilytarkasteluja ja reitityksiä varten.”

Kuitenkin, kuten edellä jo mainittiin, vastauksien perusteella rakennesuunnittelu keskittyy pääasiassa uusien rakenteiden mallintamiseen. Kyselyn vastauksissa mainittiin muun muassa rakennusten laajennukset ja -korotukset, IV-konehuoneet, palkki- ja pilarivahvistukset, laatat, tukimuurit ja väestönsuojat. Hieman eri yhteydessä eräs vastaaja mainitsi myös julkisivukorjaukset. Kyseinen vastaaja ei kuitenkaan selittänyt sen tarkemmin, kuinka mallintamista on käytetty julkisivukorjauksissa. Eräs kommentti tuli sähköpostilla, kun eräs kyselyn vastaanottaja ei vastannut kyselyyn mutta kommentoi asiaa sähköpostilla. Kommentissa todettiin mallinnuksen olevan pitkälti samanlaista niin uudis- kuin korjausrakentamisessakin. Asiaa tarkennettiin toteamalla mallintamisen roolin olevan vähäinen korjausrakentamisessa, sillä silloin on kysymys paljon laajemmasta kokonaisuudesta kuin uusien rakenteiden suunnittelusta.

Kysyttäessä, mitä tietomallintamisella on pyritty saavuttamaan, mainitsivat vastaajat suuren joukon eri asioita. Eräessä kommentissa mainittiin mittamaailman saamisen yhteen paikkaan ja talotekniikan liittäminen tietomalliin. Myös muutamassa muussa kommentissa mainittiin talotekniikan liittäminen tietomalliin ja reititysten suunnittelu. Eräs vastaaja kommentoi asiaa näin: ”Vanhan rungon pintamalleissa on pyritty saavuttamaan normaalia parempi LVIS-reititysten hallittavuus ja suunniteltavuus jo ennen varsinaista rakentamista – hyödyt on edelleen arvioitavana, mutta myönteisiä kokemuksia on.” Näiden seikkojen lisäksi mainittiin myös muita asioita. Eräessä kommentissa listattiin asioita seuraavasti: ”Tarkkuus, havainnollisuus, vanhojen rakenteiden tehokas yhdistäminen uusiin, rakennusten inventoinnit, purkusuunnittelu, asennusjärjestys yms.”

Niistä vastaajista, jotka olivat käyttäneet mallintamista korjausrakentamiseen, suuri osa suhtautui positiivisesti mallintamisen käyttämiseen korjausrakentamisessa. Kuvassa 5.6 on esitetty näiden vastaajien jakautuminen. Tässäkin tapauksessa oli eräs vastaaja vastannut sekä kyllä että ei. Näin ollen vain yksi vastaus oli selvästi kielteinen. Kuitenkin monet niistä, jotka olivat vastanneet ”kyllä” tai ”en osaa sanoa”, myös kommentoivat riippuvan tilanteesta, kannattaako tietomallintamista hyödyntää korjausrakentamisessa. Parissa kommentissa myös suositeltiin mallintamista vain ”--sellaisiin osiin, joihin kohdistuu rakenneteknisiä toimenpiteitä”. Samansuuntaisessa kommentissa todettiin: ”Ei välttämättä koko rakennuksen osalta, mutta pienempinä kokonaisuuksina.” Täysin selvää ei myöskään ole, mikä on mallintamisen osuus suunnittelussa, ja kuinka paljon mallintamista todella käytetään. Erään toisen kysymyksen yhteydessä eräs vastaaja kommentoi asiaa seuraavasti: ”Korjauskohteissa yleensä mallinnetaan vain osittain, suunnittelu tehdään vielä pitkälti autocadilla.”



Kuva 5.6. Niiden vastaajien, jotka olivat käyttäneet mallintamista korjausrakentamiseen, arvio, kannattaako tietomallintamista käyttää korjausrakentamiseen.

Kiinnostavia ovat myös syyt, minkä takia kaikki vastaajat eivät ole käyttäneet mallintamista korjausrakentamiseen. Tämän takia kyselyssä kysyttiin syitä niiltä vastaajilta, jotka eivät olleet käyttäneet mallintamista korjausrakentamiseen. Muutama vastaaja painotti, ettei mallintamisesta saada mitään lisähyötyä perinteiseen suunnitteluprosessiin nähden. Myös vanhan rakennuksen mittamaailma koettiin ongelmaksi. Eräässä vastauksessa todettiin kohteessa tarvittavan etukäteen laajoja mittauksia ja toisessa vastauksessa todettiin lähtötietojen olevan puutteelliset, jotta mittamaailmasta saataisiin riittävän hyvä käsitys.

Aikaisemmissa yhteyksissä todettiin tietomallintamisen keskittyvän uusien rakenteiden suunnitteluun. Myös tämän kysymyksen kohdalla eräs vastaaja totesi selkeiden uusien runkorakenteiden puuttumisen syyksi olla käyttämättä mallintamista korjausrakentamiseen.

Mallinnuksella tuntuu myös olevan selkeä vaikutus aikatauluun ja suunnittelu-aikaan. ”Ajan säästön vuoksi osa työstä on tehty perinteisellä tavalla. Tietomallin käyttö olisi lisännyt suunnittelu-aikaa ja kustannuksia. Tähän ei saatu apuja asiakkaalta/rakennuttajalta.” Kyseisen kommentin kirjoittaja oli myös käyttänyt tietomallintamista korjausrakentamiseen, mutta ilmeisesti ollut myös tilanteessa, jossa mallintamista ei ollut päädytty käyttämään.

Kyselyssä myös tarkennettiin niiden vastaajien mielipiteitä, jotka eivät olleet käyttäneet mallintamista korjausrakentamiseen. Heiltä kysyttiin, milloin mallintamista kannattaisi käyttää korjausrakentamisen rakennesuunnitteluun vai kannattaako sitä käyttää ollenkaan. Eräs kyselyyn vastannut totesi yksinkertaisesti, ettei se kannata. Muiden kommentoijien joukossa mielipiteet olivat sen sijaan myönteisempiä mallintamiselle. Tässäkin yhteydessä muutamasta vastauksesta nousi esiin uusien rakenteiden suunnittelu. Pitää siis olla uusia runkorakenteita, jotta suunnittelu kannattaa. Vielä hieman laajemmasta näkökulmasta eräs vastaaja korosti välttämättömäksi saada mallintamisesta

etua suunnitteluun ja myös tuotantosuunnitteluun. Parissa kommentissa myös korostettiin kaikkien osapuolien mallintamista. ”Jos todellista sitoutumista ei ole, mallin hyöty on kyseenalainen.” Eri osapuolien mallintamiseen liittyy keskeisesti mallinen yhteensovitus. Pari vastaajaa kommentoi mallintamisen auttavan eri toimintojen yhteensovitusta ahtaissa tiloissa. Lienee melko yleistä, että juuri korjausrakentamisen yhteydessä tilat talotekniikkaa ja muita toimintoja varten ovat huomattavasti rajallisemmat. Kuten yleensäkin mallintaminen auttaa hahmottamaan rakenteita ja korkomaailmaa. Tämäkin tuli esille muutaman kommentin muodossa. Lisäksi tuli muutama yksittäinen kommentti liittyen kustannuksiin ja lähtötietoihin. Kustannuksia ja suunnittelu-aikaa kommentoitiin toteamalla, että mallintamisesta on todennäköisesti hyötyä korjausrakentamisessa, mutta tilaajan kuitenkin pitää olla valmis maksamaan mahdollisia lisäkustannuksia ja annettava riittävästi suunnittelu-aikaa. Toisessa kommentissa taas todettiin mallintamisen edellyttävän tarkkoja lähtötietoja.

Kysyttäessä tietomallintamisen etuja korjausrakentamisessa nousi vastauksista pitkälti samoja asioita kuin aikaisemmin on tullut esille. Havainnollisuus ja talotekniikan liittäminen tai yleisemmin eri osapuolien mallien yhdistäminen samaan malliin koettiin merkittävänä etuna. Näiden lisäksi eräs vastaaja totesi eduksi vanhojen rakenteiden mittamaailman saamisen yhteen paikkaan ja tiedon yleensäkin olevan keskitetysti tarjolla samassa paikassa. Samainen henkilö myös totesi, että kohteen aikataulutieto voidaan liittää malliin. Eräs toinen vastaaja toi esille useammankin asian. Ensinnäkin on etu saada koko projekti yhdistettyä samaan yhdistelmämalliin. Tietomallissa pystytään myös ”--havainnollistaa tarkemmin miten työ toteutetaan” ja lisäksi malli edesauttaa myös esivalmistamisen tekemistä pidemmälle. Samainen vastaaja myös totesi, että tilaajalle on helpompi esitellä projektia ja mallissa voidaan myös esittää olemassa olevat reiät ja palkkien kuormituskestot.

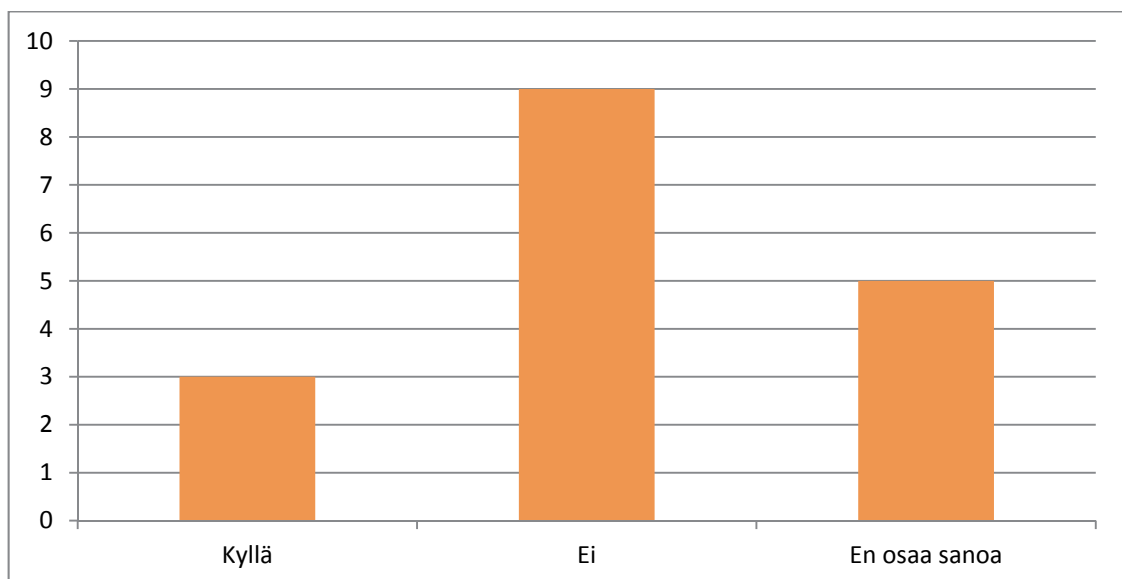
Ongelmiksi tai peräti haittoiksi tietomallintamisen käytölle vastaajat nostivat esille ennen kaikkea ongelmat lähtötietojen kanssa. Tähän liittyvät kommentit olivat selkeästi eniten esillä. Vastauksissa oli kyllä melko erilaisia näkemyksiä lähtötietojen ongelmista. Ensinnäkin ongelmia voivat aiheuttaa piirustusten puuttuminen tai niiden epätarkkuus. Toisaalta osa tiedoista saadaan vasta siinä vaiheessa, kun rakenteet avataan. Lienee melko yleistä, että tämä tapahtuu vasta siinä vaiheessa, kun rakennustyöt aloitetaan. Toinen näkökulma liittyi inventointimallien tekemiseen tai yleensäkin mittamaailman selvittämiseen. Inventointimallin tekeminen vaatii sekä laserkeilausta että tarkemittaus-ta, kuten eräs kommentoija totesi. Samainen kommentoija jatkoi: ”Tämä vaatii aikaa ja ylimääräistä rahaa – suora vaikutus aikatauluun.” Inventointimallin tekemisen eräs ongelma on myös, että inventointimalliin tulee puutteita, kun kaikkia kohtia ei ole päästy mittaamaan, kuten eräs vastaaja totesi. Toisaalta inventointimalli on voitu myös tehdä siten, ettei se vastaa tarpeita. ”Inventointimallin tekee sellainen ihminen, jolla ei ole käsitystä rakenteista.” Tarkemmin ei kommentista käy ilmi, mitä puutteita inventointimallissa on tähän liittyen ollut. Samainen kommentoija kirjoitti mielenkiintoisen kommentin mallin hyödyntämisestä työmaalla. ”Mallin käyttö työmaalla ei poista paikallamittaamista → mallia ei saa käyttää aseena suunnittelijaa vastaan.” Tässä yhteydessä on

vaikea sanoa, mihin ongelmiin tämä kommentti perustuu. Joka tapauksessa lienee järkevää sanoa, että on tärkeää sopia eri osapuolien välillä, kuinka mallia saa hyödyntää ja mihin se soveltuu.

Täysin yksiselitteistä ei ole myöskään inventointimallin hyödyntäminen ainakaan erään kommentin perusteella. Kommentissa todettiin inventointimallin hyödyntämisen vaativan tueksi myös ”-- paljon valokuvia ja kohdetuntemusta”. Muutamissa kommentteissa myös tuotiin esille ongelmat uusien ja vanhojen rakenteiden sovittamisessa keskenään. Eräessä kommentissa todettiin: ”Korjauspuolella lähtötiedot usein epämääräisiä, joten tarkkaan suunnitteluun ei kuitenkaan päästä. Mallintaminen joudutaan tekemään tarkkaan, jolloin ylimääräisiä tunteja palaa turhaan. Yleensä kuitenkin joudutaan työmaalla soveltamaan suunnitelmia.”

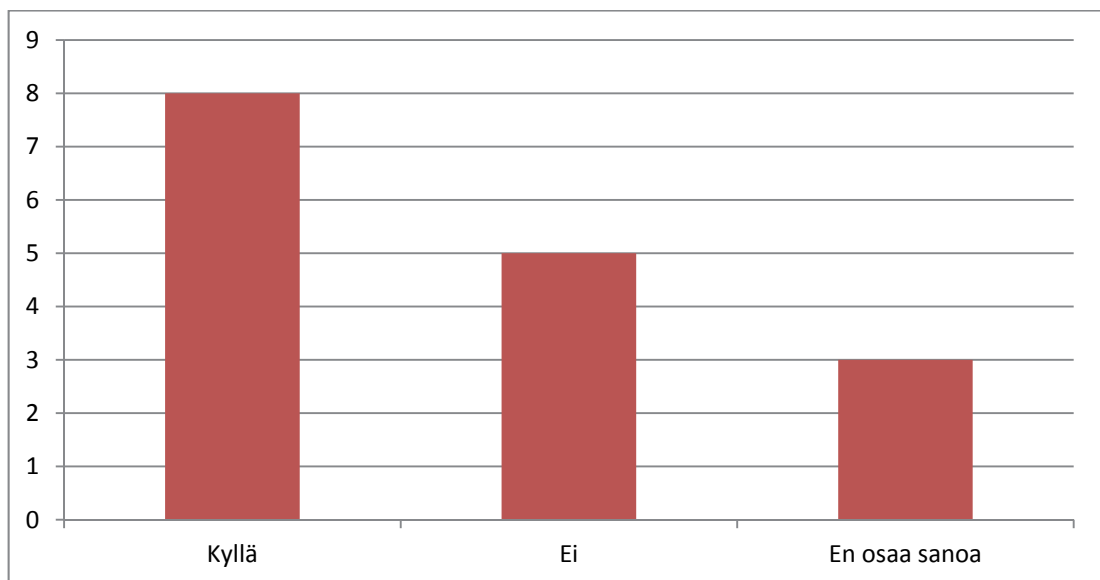
Eräessä kommentissa todettiin ongelmaksi myös suunnittelijaosapuolien sitoutumisen puutteen, mikä on ollut esillä aikaisemminkin, sekä muutosten hallinnan. Muutosten hallintaa ei kommentissa selitetty sen tarkemmin.

Muutamassa kommentissa kommentoitiin myös suunnitteluun kuluvaan aikaan ja myös taloudellisia seikkoja. Eräs vastaaja totesikin ongelmaksi juuri ajan ja rahan puutteen. Mallintamisen vaikutusta suunnittelunopeuteen korjausrakentamisessa kysyttiin myös erikseen. Kuvassa 5.7 on esitetty vastaajien arvio asiasta. Tämän kysymyksen yhteydessä oli muutama vastaus, jossa vastattiin sekä kyllä että ei. Kommentteja oli melko vähän ja näissä juuri vahvistettiin vaikutuksen riippuvan tilanteesta. Eräessä kommentissa tarkennettiin asiaa niin, että todella pienissä kohteissa mallintaminen vaatii varmasti enemmän aikaa kuin piirtäminen. Eräs vastaaja oli myös ehdottomasti sitä mieltä, että mallintaminen hidastaa suunnittelua korjauskohteissa, koska ”sama asia täytyy luoda malliin ja piirtää erikseen AutoCad:lla”.



Kuva 5.7. Vastaajien arvio, nopeuttaako tietomallintaminen suunnittelua korjausrakentamisessa.

Yleisesti ottaen voidaan kuvasta havaita tietomallintamisen nopeuteen korjauskoh-teissa suhtauduttavan huomattavasti kriittisemmin kuin uudisrakentamisessa. Kuvassa 5.2 olivat arviot tietomallintamisen vaikutuksesta suunnittelu-aikaan uudisrakentamisessa jakaantuneet lähes tasan kyllä- ja ei-vastauksien välillä. Korjausrakentamisessa sen sijaan ei-vastauksia oli huomattavasti enemmän ja epävarmoja oli myös merkittävästi enemmän. Kuitenkaan mallintamisen vaikutus suunnittelu-aikaan ei kerro vielä kovin-kaan paljon mallintamisen hyödyllisyydestä korjausrakentamisessa. Kuvassa 5.8 on esitetty vastaajien arviot siihen, ovatko mallintamisen hyödyt korjausrakentamisessa niin merkittävät, ettei pidempi suunnittelu-aikakaan haittaisi. Tässä tilanteessa on huomattava osa vastaajista arvioinut tietomallintamisen hyötyjen olevan pidempää suunnit-telu-aikaa suuremmat. Tosin tässäkin tilanteessa oli muutama henkilö vastannut sekä kyllä että ei. Lisäksi on huomattava epävarmojen suhteellisen suuri osuus vastaajamää-rään nähden.

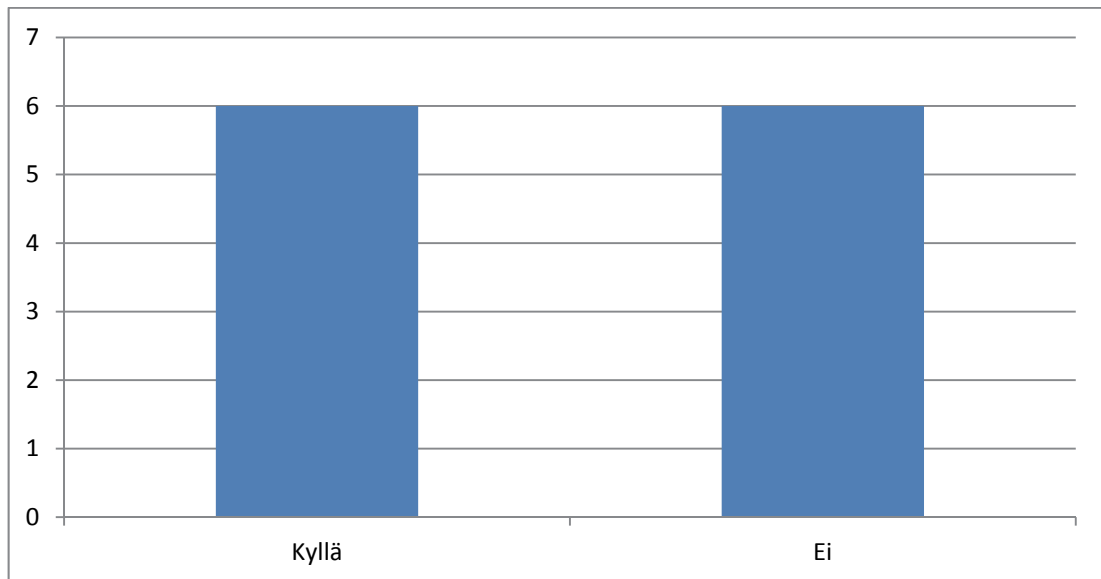


Kuva 5.8. Vastaajien arvio, onko tietomallintamisen hyödyt korjausrakentamisessa niin merkittävät, ettei pidempi suunnittelu-aikakaan haittaisi.

Vastaajat eivät juuri kommentoineet kysymystä, onko tietomallintamisen hyödyt korjausrakentamisessa niin merkittävät, ettei pidempi suunnittelu-aikakaan haittaisi. Eräässä kommentissa todettiin periaatteiden olevan samat kuin uudisrakentamisessa. Eräs vastaaja, joka oli vastannut ”kyllä” ja ”ei”, totesi yksittäisissä hankkeissa saavutet-tavan riittävät hyödyt verrattuna työpanoksiin.

Kyselyssä kysyttiin myös kokemuksia integroiduista tietomallipohjaisista suunnitte-luprojekteista korjausrakentamisessa. Kysymykseen vastanneista puolella oli kokemusta tällaisista projekteista kuvan 5.9 mukaisesti. Kokemusta oli vähemmän kuin uudisraken-tamisen osalta mutta kuitenkin jopa yllättävän paljon. Kuitenkin kyseessä on vielä mel-ko uusi asia, kuten eräässä kommentissa todettiin. Samaisessa kommentissa todettiin, että ”prosessi hakee paikkaansa”. Toisessa kommentissa todettiin, että tällaisissa integ-roiduissa suunnitteluprojekteissa pitää inventointimalli tehdä huolella. Inventointimallin

pitää palvella koko projektia niin laajuuden kuin tarkkuudenkin osalta. Kommentissa kerrottiin esimerkkinä, että inventointimallin tarkkuuden pitää olla niin hyvä, että uudet rakenteet voidaan suunnitella niiden pohjalta.



Kuva 5.9. Vastaajien osallistuminen integroituihin tietomallipohjaisiin suunnitteluprojekteihin korjausrakentamisessa.

Tähän mennessä on jo muutamaan otteeseen mainittu inventointimalliin liittyviä seikkoja. Jo kyselyä tehtäessä oli selvää, että inventointimallilla on keskeinen rooli mallintamista hyödynnettäessä korjausrakentamiseen. Tämän takia kyselyssä kysyttiin myös inventointimalleista ja vanhojen rakenteiden sijainneista. Vastaajilla oli todella erilaisia kokemuksia siitä, kenen toimesta inventointimallit on tehty. Pääasiassa inventointimallit oli tehnyt rakennusmittauksiin perehtynyt yritys tai tarkemmin juuri inventointimallien tekemisiin perehtynyt konsultti. Toinen vaihtoehto oli, että arkkitehti oli tehnyt inventointimallin.

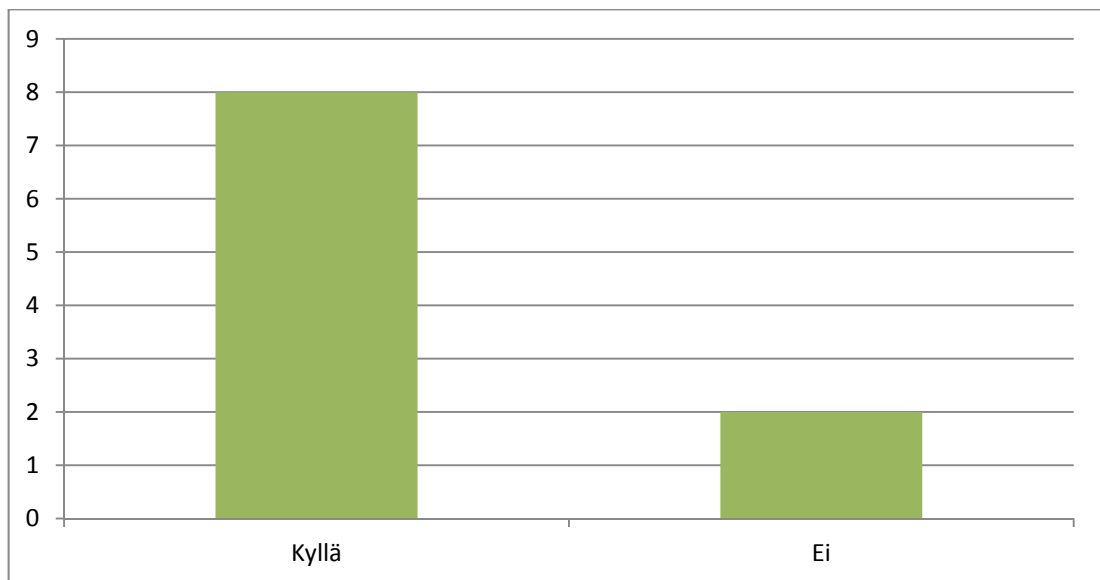
Inventointimallien tekemiseen oli vastaajien kokemuksen perusteella käytetty todella paljon laserkeilausta, joka löytyi kuudesta vastauksesta seitsemästä. Yhden vastaajan kokemuksen perusteella inventointimalli oli tehty täkymetrimittausten avulla. Kuitenkin lähes puolessa tapauksista eli tarkalleen kolmessa vastauksessa oli inventointimallien tekemisessä käytetty laserkeilausta, täkymetrimittausta ja vanhoja piirustuksia. Vastauksen perusteella ei tosin voida päätellä sitä, miten eri projekteissa on toimittu ja missä määrin mitään menetelmää on käytetty. Joka tapauksessa voidaan sanoa, ettei näissä kolmessa tapauksessa ole inventointimallien tekeminen rajoittunut vain yhden menetelmän alle.

Tässä yhteydessä vastauksissa oli myös muutama mielenkiintoinen kommentti. Eräässä kommentissa todettiin inventointimallia voitavan hyödyntää myös uudisrakentamisessa. Tässä yhteydessä annettiin esimerkiksi louhintatasojen määrittäminen laserkeilauksen avulla. Toinen mielenkiintoinen kommentti käsitteli inventointimallin soveltuvuutta rakennesuunnitteluun. Kommentissa nimittäin todettiin: ”Vaikka kohteesta on

tehty inventointimalli, joka on periaatteessa arkkitehtimalli, tarvitsee rakennesuunnittelua varten erikseen tarkentaa inventointimallia rakenteiden osalta.”

Kyselyssä myös tiedusteltiin tilannetta, ettei inventointimallia ole kohteesta tehty. Tässä tilanteessa valtaosa vastaajista käytti vanhojen rakenteiden sijaintien määrittämiseen vanhoja piirustuksia. Muutamissa vastauksissa todettiin myös käytettävän paikanpäällä tehtäviä mittauksia, havaintoja, valokuvia ja myös arvauksia, kuten eräässä kommentissa todettiin. Tietysti myös mittauksia on käytetty hyväksi, jos sellaisia on ollut saatavilla.

Kuitenkin inventointimallien tarkkuuksiin liittyy paljon ongelmia. Valtaosa vastaajista koki inventointimallin tarkkuuteen tai muihin mittauksiin liittyvän ongelmia. Kuvasessa 5.10 on esitetty kysymykseen saadut vastaukset. Yksi vastaaja vastasi sekä ”kyllä”- että ”ei”-kohtaan.



Kuva 5.10. Vastaajien arvio, onko inventointimallin tai mittausten tarkkuuteen liittynyt ongelmia.

Ongelmista esiin nousi ennen kaikkea piiloon jäävät rakenteet ja mallin mittatarkkuus. Eräässä kommentissa arvioitiin mittatarkkuuden ongelmien syyksi huolimattonta työtä tai osaamattomuutta. Eräässä toisessa kommentissa todettiin, etteivät laserkeilauksen tulokset olleet riittävän tarkkoja. Näitä mittauksia jouduttiin täydentämään erillisin mittauksin. Samaisessa kommentissa myös todettiin, ettei rakenteen muoto välttämättä selviä laserkeilauksen pohjalta. Ongelmia saattaa myös aiheutua laserkeilauksen tai mittausten jälkeen tehtävästä mallinnuksesta. Muutamassa kommentissa todettiin, etteivät rakenteet välttämättä ole suoria tai tasaisia, vaikka ne näin mallinnettaisiin. Esimerkiksi seinien ylä- ja alareunat eivät välttämättä ole niin sanotusti samassa koordinaatissa, kuten eräässä kommentissa todettiin.

Toinen yleinen ongelma vastausten perusteella on piiloon jäävät rakenteet. Usein inventointimallissa esitetään ainoastaan näkyvillä olevat pinnat, kuten eräässä kommentissa todettiin, ja näin ollen pintojen takana olevat rakenteita ei saada inventointimalliin.

Eräs vastaaja totesikin piilossa olevien rakenteiden sijaintien selvittämisen usein jäävän vanhojen rakennekuvien varaan. Sen lisäksi, että osa rakenteista jää pintojen taakse, voi ongelmana olla, ettei kaikkia tiloja päästä mittaamaan. Sen seurauksena ei tietenkään pystytä suorittamaan mallinnusta ainakaan mittausten tai laserkeilauksen perusteella.

6 HAASTATTELUJEN TULOKSIA KORJAUS- RAKENTAMISEN TIETOMALLINTAMISESTA

6.1 Rakennesuunnittelijat

Luvussa 6.1.1 käsitellään haastattelua, jossa rakennesuunnittelija suunnittelee piirustus-pohjaista suunnittelua käyttäen. Sen sijaan luvussa 6.1.2 käsitellään haastatteluja, joissa rakennesuunnittelijoilla on kokemusta myös tietomallipohjaisesta suunnittelusta korjauskohteissa.

6.1.1 Korjausrakentaminen piirustuspohjaisella suunnittelulla

Rakennesuunnittelu eroaa todella paljon kohteesta ja tilaajasta riippuen. Kohteeseen voidaan esimerkiksi tehdä linjasaneeraus ja samassa yhteydessä uusitaan julkisivu sekä yläpohja. Toisaalta rakennuksen käyttötarkoitus voi muuttua kokonaan ja tämän takia voidaan joutua uusimaan esimerkiksi välipohjat kokonaan. Korjausten luonne voi myös olla sellainen, ettei rakenteisiin ole tulossa mitään muutoksia. Tällöin rakennesuunnittelija on mukana vastaamassa rakenteellisista asioista, jos sellaisia ilmenee projektin aikana. Tällaisia tehtäviä voivat olla esimerkiksi pienien kiinnitysten suunnittelu. (Sundvall 2013.)

Korjauskohteissa tilaaja on teettänyt kuntoarvion tai kuntotutkimukset jo ennen suunnittelun aloitusta. Tutkimuksia voidaan kuitenkin täydentää ja tarkentaa suunnittelun aloituksen jälkeen. Mittauksien kanssa on sama tilanne, sillä peruskorjauskohde on yleensä tarkemmitattu ennen suunnittelun alkua. Tiedot mittauksista menevät arkkitehdille ja arkkitehti käsittelee enemmän mittatietoa. (Sundvall 2013.) Arkkitehdin piirustusten kautta mittatieto kuitenkin tulee myös rakennesuunnittelijalle. Rakennesuunnittelua varten voidaan kuitenkin joutua tekemään erillisiä tarkemmittauksia, jos esimerkiksi rakennetaan uudet parvekkeet (Sundvall 2013). Mittaukset ovat tarpeen, sillä ulkoseinä saattaa kaartaa ja tämä on huomioitava uusien rakenteiden sijainneissa. Tällaisten erikoistilanteiden lisäksi on tärkeää saada talotekniikkaa varten palkkien ja väli- tai yläpohjien alapintojen korot tarkemmittauksista. (Sundvall 2013.)

Rakennesuunnittelijan keskeinen tehtävä on selvittää vanhat rakenteet ja suunnittelijan ensimmäisiä tehtäviä onkin hankkia vanhat suunnitelmat tätä varten. Tapauksesta riippuen suunnitelmat voivat olla melko puutteelliset. Puutteelliset lähtötiedot ovatkin korjausrakentamisen ongelma. Etenkin, jos kyseessä on vanha rakennus, ei välttämättä pystytä tietämään, minkälaiset rakenteet siellä on. Tämän takia pitäisi päästä jo aikaisessa vaiheessa tekemään rakenneavauksia. Silloin, kun rakenneavauksia tehdään, on tärkeää tehdä työ huolella. Kyseessä pitää olla ammattitaitoinen ryhmä, joka osaa havaita

oleelliset seikat. Työ on syytä myös dokumentoida hyvin, jotta suunnittelija tietää, mitä on tehty ja miksi kyseinen rakenneavaus on tehty. Koska rakennukset ovat usein käytössä, ei rakenneavauksien tekeminen hyvissä ajoin onnistu. Ennakkoon ei välttämättä juurikaan pystytä suunnittelemaan, koska oletukset saattavat olla virheellisiä ja on saatettu tehdä tarpeetonta työtä. Tilaajalla ja rakennuttajalla saattaakin olla virheellinen käsitys siitä, että suunnitelmat ovat kunnossa aloitettaessa purku- tai rakennustyöt. Käytännössä asioita paljastuu kuitenkin sitä mukaa, kun rakenteita avataan. Suunnittelu etenee siis samaa tahtia työmaan kanssa, kun rakennesuunnittelija päivittää muutoksia ja neuvoo urakoitsijaa. (Sundvall 2013.)

Tietomallintamisen käytön ongelma on, että peruskorjauskohteissa on niin vähän uudisrakentamista, joten tietomallintaminen ei todennäköisesti kannata. Isossakin peruskorjauskohteessa saattaa olla todella vähän uudisrakentamistoimenpiteitä. Ainoat toimenpiteet voivat liittyä esimerkiksi katon vahvistukseen ja korotukseen. On myös vaikea kuvitella tietomallintamisesta olevan hyötyä, jos mallinnettavia asioita on hajallaan eri paikoissa. (Sundvall 2013.)

Tietomallien tekeminen on työlästä. Oleellista onkin, kenelle tietomalli jää ja miten sitä hyödynnetään. Ilmeisesti mallinnettavan rakennuksen pitäisi olla esimerkiksi todella iso kauppa tai julkinen rakennus, missä tehdään iso remontti. Toinen syy ylläpitää tietomallia voisi olla se, että vuokralaiset vaihtuvat ja tietomallissa tieto saadaan ylläpidettyä kaikkien saataville. Oleellista on myös miettiä, minkä verran mallinnetaan eli kuinka niin sanotusti raskas tietomalli tehdään ja mitkä on oleelliset asiat. Korjausrakentamisen rakennesuunnittelun kannalta ei tietomallintaminen ole kuitenkaan mitenkään välttämätöntä. Yhtä lailla voitaisiin suunnittelu tehdä jopa piirustuslaudalla ja tussilla, ja jotkin asiat voitaisiin todennäköisesti tehdä näin jopa paremmin. (Sundvall 2013.)

6.1.2 Korjausrakentaminen mallintamalla

Rakennesuunnittelu riippuu todella paljon kohteesta, kuten edellisessä alaluvussakin todettiin. Rakennesuunnittelijan tehtävät voivat muodostua korjaustarpeen kautta, kun tutkitaan rakenteiden kunto ja tätä kautta tulee tarve tehdä korjauksia. Toisaalta korjaustarve voi muodostua myös tilantarpeen tai käyttötarkoituksen muutoksen kautta, minkä seurauksena rakennesuunnittelijan pitää huolehtia rakenteellisesta kestävyyydestä. Rakennesuunnittelijaa tarvitaan myös, kun uutta talotekniikkaa sijoitetaan rakennukseen ja tämän takia pitää rakenteisiin tehdä uusia reikiä. Rakennesuunnittelija joutuu pohtimaan näiden reikien vaikutusta kantavuuteen ja tarvittaessa tekemään rakenteisiin vahvistuksia. Lisääntyvän talotekniikan takia joudutaan mahdollisesti tekemään myös uusi ilmanvaihtokonehuone ullakolle. (Roine 2013.) Korjausrakentamiseen kuuluvat keskeisesti myös laajennukset. Näissä projekteissa usein korjataan olemassa oleva rakennus, mutta tämän lisäksi tehdään rakennukseen myös laajennus. (Nissinen 2013.)

Ei ole itsestään selvä valinta, tehdäänkö suunnittelu mallintamalla vai perinteisesti piirtämällä. Tämä valinta pitää tehdä aina tilanteen mukaan. Korjauspuolella melko paljon tehdään perinteisesti. Jos muutokset ovat melko pieniä, ei kannata käyttää mallintamista. Sen sijaan muutosten ollessa merkittäviä ja jos esimerkiksi vanhasta rakennuk-

sesta ei jää juuri muuta kuin runko, kannattaa työ tehdä mallintamalla. Tyypillisesti mallinnukseen päädytään nimenomaan tilaajan vaatimuksesta. Näissä tapauksissa ei mallintamisesta välttämättä ole hyötyä ainakaan rakennesuunnittelulle. Suunnittelu voitaisiin yhtä hyvin tehdä perinteisesti ja voisi olla huomattavasti helpompi tehdä vain tasokuvat ja pari leikkausta perinteisesti piirtämällä. Mallintamista kannattaa kyllä lisätä ja kehittää korjausrakentamisessa, mutta sitä ei kuitenkaan kannata itsepäisesti käyttää joka paikassa. Mallintamista kannattaa käyttää esimerkiksi tehtäessä uusia ilmanvaihtokonehuoneita katolle, koska kyse on selkeästi uudesta rakenteesta ja siitä todella saadaan hyötyä suunnitteluun. (Roine 2013.) Myös uusittaessa koko betonijulkisivua kannattaa käyttää tai ainakin harkita mallintamista. Käytännössä tämä tarkoittaa sandwich-elementtien ulkokuoren ja eristeen uusimista. Tällöin pystytään mallintamaan uudet kuorielementit. Luonnollisesti mallintamisen hyödyt ovat merkittävät, kun rakennukseen tulee laajennus, ja silloin todella kannattaa harkita mallintamista. Eräs tapa määrittää, koska tietomallintamista kannattaa käyttää, voisi olla seuraava: Silloin, kun uusien rakenteiden mallintamisella saadaan tuotantoon hyötyä, kannattaa sitä käyttää. Teräsrakenteiden osalta tämä on selkeää ja suunnittelu kannatta tehdä kokonaan mallintamalla. Sen sijaan betonirakenteiden osalta tilanne ei ole ainakaan vielä aivan yhtä selkeä. (Nissinen 2013.)

Suunnittelija voi saada tietomallintamisesta myös suoraa hyötyä, minkä takia mallintamista kannattaa käyttää, mutta tietysti tilaajankin toiveet ohjaavat mallintamisen käyttöä. Jos mallintamisesta kuitenkin saavutetaan hyötyä suunnitteluprosessiin, niin silloin suunnittelijakin varsin todennäköisesti ovat halukkaita käyttämään mallintamista. Lisäksi, jos suunnittelija saa mallintamalla aikasäästöä tai on yksinkertaisesti tottunut suunnittelemaan mallintamalla, on perusteltua käyttää mallintamista. Asialla ei välttämättä ole merkitystä muille osapuolille, jos osapuolet käyttävät perinteisiä piirustuksia. Kuitenkin, jos esimerkiksi työmaa haluaa käyttää tietomallia, on suunnittelu silloin myös tehtävä tietomalleilla. Tietysti itsestään selvä tosiasia myös on, että suunnittelija haluaa saavuttaa tietomallintamisesta taloudellista hyötyä. (Nissinen 2013.) Jos tietomallintamisen kautta ei saada suunnittelua tehtyä tehokkaammin tai lisääntyneestä työstä ei saada riittävää korvausta, halukkuus tietomallintamisen käyttämiseen on varmasti heikompi.

Edellä jo todettiin, ettei joka paikassa kannata tietomallintamista hyödyntää. Mikäli mallintamista ei pidetä pakollisena ja suunnittelu tehdään perinteisesti piirtämällä, päästään monessa tilanteessa huomattavasti helpommalla. Mallintamalla suunnittelu pitää tehdä huomattavasti tarkemmin ja kuitenkin joudutaan toimimaan epätarkkojen mittojen ja puutteellisten lähtötietojen kanssa, kuten myöhemmin tarkemmin kerrotaan. Tehtäessä suunnittelu perinteisesti ei jokaisen yksityiskohdan tarvitse olla täsmälleen oikein vaan riittää, että periaatteet ovat oikein. Näin tehtäessä pitää työmaalla tietenkin soveltaa enemmän. Jos sen sijaan mallinnetaan, joudutaan suunnittelemaan jokainen yksityiskohtakin. Tällä on tietysti etunsa, mutta suunnitteluun myös kuluu huomattavasti enemmän aikaa ja suuremman työmäärän takia ei työ välttämättä ole niin kannattava. (Roine 2013.)

Suunnittelu voidaan tehdä joko lähes kokonaan mallintamalla tai sitten voidaan mallintaa ainoastaan geometria. Jos mallinnetaan ainoastaan geometria, niin tällöin noin puolet tehdään mallintamalla ja puolet piirtämällä. (Nissinen 2013.) Huomionarvoista myös on, että mallintaminen pitää tehdä todella pitkälle ennen kuin sitä voidaan hyödyntää ja pystytään esimerkiksi keskustelemaan siitä muiden osapuolien kanssa. Tämän takia voidaan haluta lähteä aluksi suunnittelemaan piirtämällä. Tämän seurauksena varsinainen mallintaminen on osittain päällekkäistä työtä. Tietomallin etuna kuitenkin on näissäkin tapauksissa, että geometria saadaan kuntoon ja talotekniikkasuunnittelija saa sovitettua tekniikkansa rakenteiden väliin. (Roine 2013.)

Mallintamisella on eronsa uudis- ja korjausrakentamisen välillä. Uudisrakentamisessa mallintaminen on siinä mielessä helppoa, että suunnittelun ja mallintamisen edessä luodaan suunnitteluympäristö. Sen sijaan korjausrakentamisessa suunnitteluympäristö on jo olemassa ja harvoin tätä ympäristöä tunnetaan täysin. Rakennesuunnittelun kannalta oleellinen asia on mittamaailma ja vanhojen rakenteiden osalta tiedossa olevat mitat eivät yleensä ole tarkkoja. Tämä luo merkittävän haasteen suunnittelulle. (Nissinen 2013.)

Rakennesuunnittelijan varsinainen tehtävä on mallintaa uudet rakenteet, mutta tarvittaessa kokonaisuutena mallinnetaan tarvittaessa myös vanhoja rakenteita. Vanhojen rakenteiden mallintaminen voi kuitenkin tulla kysymykseen, jos niihin on tulossa muutoksia tai jos se palvelee jotenkin jatkosuunnittelua. Joka tapauksessa jollakin tavalla uuteen rakenteeseen liittyvät vanhat rakenteet on kuitenkin mallinnettava, jos ne eivät muuten tule ilmi. Yleisemmin ajatellen pitää lähtötilanne olla jollakin tasolla näkyvässä, jotta uutta voidaan lähteä suunnittelemaan. (Roine 2013.) Käytännössä olemassa oleva tilanne voidaan tuoda joko inventointimallin kautta tai vaihtoehtoisesti voi rakennesuunnittelija itse mallintaa olemassa olevat rakenteet vanhojen piirustusten kautta. Inventointimallia käsitellään tarkemmin luvussa 6.3. On kuitenkin hyvä huomata, että inventointimallista ei välttämättä kovinkaan hyvin käy ilmi vanhat rakenteet. Riippuu varmasti käyttötarkoituksesta, millä tavalla vanhat rakenteet kannattaa tuoda varsinaiseen rakennemalliin. Haastatteluissa tuli ilmi kaksi näkökantaa, kummalla tavalla kannattaa vanhat rakenteet tuoda rakennemalliin. Toisaalta todettiin, että vanhat rakenteet kannattaa tuoda IFC-muodossa olevan inventointimallin kautta (Nissinen 2013). Todettiin myös, että paras tapa on, että rakennesuunnittelijan kannattaa itse mallintaa vanhat rakenteet vanhojen piirustusten pohjalta ja tarkemmittauksin varmistetaan niiden paikkansapitävyys. Tällöin rakennesuunnittelija on todella käynyt rakenteet läpi ja on paremmin selvillä, mitä rakenteita siellä on. Lisäksi, kun mallintaminen tehdään omalla mallinnusohjelmalla, ovat objektit käyttökelpoisempia ja niihin pystytään liittymään suoraan mallinnusohjelmien objekteilla toisin kuin IFC-muodossa oleviin objekteihin. Vaikka kyseessä olisikin ihanteellinen tapa, ei välttämättä kyseessä kuitenkaan ole kovinkaan käytännöllinen vaihtoehto. Ensinnäkin mallintaminen vie paljon aikaa ja toisaalta olemassa oleviin rakenteisiin liittyy paljon epävarmuustekijöitä, mutta mallintaminen on kuitenkin tarkkaa työtä. Olemassa olevien rakenteiden mallintaminen tehdäänkin usein ehkä

liian tarkkaan, kun työmaalla toleranssit ovat kuitenkin huomattavasti suuremmat. (Roine 2013.)

Ilmiselvä korjausrakentamiseen liittyvä ongelma on, että olemassa olevien rakenteiden mittamaailma ei välttämättä ole täysin tiedossa, kuten edellä on jo käynyt ilmi. Tämä seurauksena haasteena on, kuinka uudet ja vanhat rakenteet tarkalleen saadaan liitettyä toisiinsa. Miten saadaan siis rakenne paikoilleen sekä tietomallissa että todellisuudessa (Roine 2013)? Tietysti riippuu suuresti, mistä uudet rakenteet on tarkoitus tehdä. Jos uudet rakenteet tehdään muuraamalla tai betonista, niin tarkkuusvaatimukset eivät ole aivan niin tiukkoja toisin kuin teräsrakenteilla, joilla tarkkuusvaatimukset ovat huomattavasti tiukemmat (Nissinen 2013). Hyvä yleisperiaate suunnittelutavasta riippumatta kuitenkin on, että aina vanhaan rakenteeseen liityttäessä toleranssit ovat suurempia kuin uudisrakentamisen liitoksissa (Nissinen 2013). Haastatteluissa kuitenkin nousi esiin kaksi eri periaatetta, joilla uuden ja vanhan rakenteen liitoksien puutteelliset mittatiedot kannattaisi ensisijaisesti huomioida. Ensimmäinen periaate oli, että ensisijaisesti kannattaisi huomioida liitoksiin riittävästi sovitusta varaa. Riippuu tietysti, minkälaisella kappaleella ollaan liittymässä ja mihin. Usein piirustuksissa vaaditaan, että mitat on tarkistettava paikanpäällä. Esimerkiksi konepajakuvia ei siis pääse tekemään suoraan tietomallista ellei asiaa ole huomioitu liitoksessa. Liitoksessa pitää siis olla riittävät sovitustarvat tai vaihtoehtoisesti varsinainen liitos tehdään työmaalla. Ehkä yleisemmin periaatteesta voitaisiin todeta, ettei korjausrakentamisen yhteydessä kannata olettaa tietomallista tulevan täysin mittatarkkoja rakenteita vaan pyrkiä ennemmin huomioimaan tämä suunnittelussa. Kyllä suunnittelun voi tehdä suoraan pidemmällekin, mutta tämä tietysti edellyttää tarkemittausten tekemistä sopivassa kohtaa. (Roine 2013.)

Toinen periaate vanhan ja uuden rakenteen liittämiseksi toisiinsa liittyi tarkemittausten tekemiseen. Vaikka kohteesta olisi tehty inventointimalli ja se perustuukin paikanpäällä tehtyihin mittauksiin, voi inventointimallin tarkkuus kuitenkin olla liian epätarkka, jotta uudet rakenteet voidaan sijoittaa sen perusteella. Yleistarkkuus voi inventointimallilla olla riittävä ja tietysti riippuu, mistä uudet rakenteet on tarkoitus tehdä, kuten edellä todettiin. Kuitenkin etenkin teräsrakenteiden kohdalla ovat tarkkuusvaatimukset sellaiset, että tarkemittaukset on tehtävä. Ajatus on siis, että vanhat rakenteet voidaan tuoda inventointimallista IFC-muodossa, mutta tarvittaessa mittatarkkaa tietoa pitää tältä alueelta tehdä tarkemittaukset. Mitä tarkemmin olemassa olevat rakenteet on mitattu, niin sitä helpompi on tehdä suunnittelua. Jos ei siis pystytä täysin luottamaan mittamaailmaan, lienee paras keino yksinkertaisesti tehdä tarkemittaukset. (Nissinen 2013.)

Todennäköisesti riippuu myös tilanteesta, kumpaa periaatetta kannattaa noudattaa. Jos tarkemittauksia tarvitsee tehdä vain yksittäisiin kohtiin, ei niiden tekeminen ole niin työlästä. Sen sijaan, jos tarkemittaukset pitää tehdä lukuisiin paikkoihin, on työmäärä myös suurempi. Huomionarvoista myös on, että jos joudutaan paikanpäällä muokkaamaan liitosta, niin sekin vaatii paljon työtä. Oleellista on selvittää, kumpi periaate sopii paremmin kyseiseen kohteeseen.

Rakennesuunnitteluun kuuluu myös reikien suunnittelu. Niin uudis- kuin korjausrakentamiskohteissakin tulee rakenteisiin reikiä ja rakennesuunnittelijan tehtävänä on

varmistaa, että reiät voidaan sijoittaa suunnitelluille paikoilleen. Korjausrakentamisessa joudutaan siis miettimään reikien sijoittamista myös vanhoihin rakenteisiin. Mallintamisen kannalta joudutaan miettimään, kuinka reiät mallinnetaan vanhoihin rakenteisiin. Kuten aina mallintamisessa, voidaan reikäpiirustukset tehdä piirustus pohjaisesti tai tietomallipohjaisesti. Korjauskohteissa haasteena kuitenkin on, että rakennesuunnittelija ei ole välttämättä mallintanut vanhoja rakenteita. Näissä tilanteissa rakennesuunnittelija ei pysty merkitsemään reikiä tietomalliinsa, koska tietomallissa ei ole tietomallinnusohjelman omia objekteja, joihin ne voidaan mallintaa. Projektikohtaisesti pitää siis sopia, kuinka reiät tehdään vanhoihin rakenteisiin (Nissinen 2013). Tähän keskeisesti vaikuttaa, kuinka paljon reikiä on vanhoihin rakenteisiin tulossa. Rakennesuunnittelijan mahdollisesti kannattaa mallintaa vanhat rakenteet, jos reikiä on tulossa paljon ja mahdollisesti nähdään muutakin hyötyä mallintamisesta. Voi myös olla, että projektissa kannattaa harkita erikoisempiakin järjestelyjä reikien tekemiseksi. Tämä on kuitenkin projektista riippuva asia. (Nissinen 2013.) Kuitenkin, jos rakenteisiin ei ole tulossa muutoksia, ei vanhojen rakenteiden mallintamista koeta hyödylliseksi. Välttämättä ei siis pelkkien reikien takia kannata mallintaa vanhoja rakenteita. Näissä tilanteissa voidaan mallintaa vain uudet rakenteet, kuten esimerkiksi uutta aukkoa varten tehty aukonylityspalkki. Tietomalliin tulee tässä tapauksessa siis niin sanotusti ilmassa leijuvia palkkeja, koska rakennesuunnittelijan tietomallissa ei ole vanhoja rakenteita mallinnettuna. Talotekniikkasuunnittelija kuitenkin pystyy tämän tiedon avulla sijoittamaan tekniikkansa ja osaa väistää näitä vahvistuspalkkeja. Samoin myös arkkitehti pystyy näiden tietojen avulla tarvittaessa esimerkiksi verhoilemaan palkit, jos se on tarpeen. (Roine 2013.) Tämänkaltaisen toiminta kuitenkin edellyttää, että jo etukäteen on tiedossa, mihin kohtaan reikä on tarpeen saada. Ilmeisesti näissä tapauksissa myös varsinaiset reikäpiirustukset tehdään piirustus pohjaisesti. Huomionarvoista myös on, että talotekniikkasuunnittelijalla on omat toiveet reikien tekemisestä ja luvussa 6.2.3 käsitellään asiaa talotekniikan näkökulmasta.

Korjausrakentamiseen liittyvät myös purettavat rakenteet. Tilanteesta riippuen voidaan esimerkiksi mallintaa purettavia rakenteita jopa melko kattavasti, minkä ansiosta tietomallista saadaan suoraan laskettua massoja. Ilmeisesti tyypillisemmin vain mallinnetaan rakenteet, joihin liitytään uusilla rakenteilla ja tässä yhteydessä mallinnetaan esimerkiksi seinän purettava osuus. (Roine 2013.) Eräs mahdollisuus on myös niin sanotusti mallintaa purkusuunnitelma. Käytännössä tämä tarkoittaa purettavien osien mallintamista ja tämän lisäksi tietomalliin lisätään aikataulu, jolloin nähdään purkujärjestys. Käytännössä tämä on enemmän urakoitsijaa palveleva asia kuin suunnitteluun liittyvä asia (Nissinen 2013.) Lisäksi on huomioitava, että purkusuunnittelu sisältää myös paljon enemmän kuin pelkät purettavat osat ja purkujärjestyksen.

Tietomallintamiseen liittyy keskeisesti eri osapuolien välinen yhteistyö. Sinänsä yhteistyö ei poikkea uudisrakentamisesta, sillä yhtä lailla niin uudis- kuin korjausrakentamisessa pitää sopia, mitä eri osapuolet tekevät. Pitää siis sopia kaikkien suunnittelijoiden kanssa, mitä kunkin osapuolen tietomalli todella sisältää. Hankkeen pelisäännöistä on ensisijaisen tärkeää sopia, sillä muuten voi aiheutua ongelmia ja työn tekeminen voi

olla kohtuuttoman hankalaa. (Nissinen 2013). Tarkemmin voisi myös todeta, että on tärkeää sopia myös mallinnusrajasta, mallinnetaanko esimerkiksi vain kantava runko ja jätetäänkö pintarakenteet kokonaan mallintamatta. Muiden suunnittelijoiden on kuitenkin osattava huomioida tämä. Esimerkiksi talotekniikkasuunnittelija voi sijoittaa kanavansa liian lähelle seinää, jos ei osaa huomioida esimerkiksi seinän pintaan tulevia lämmöneristeitä tai pintarakenteita. On myös tärkeää varmistaa eri osapuolien mallinnustarkkuus, sillä voi aiheutua ongelmia, mikäli esimerkiksi arkkitehti on mallintanut huomattavasti epätarkemmin kuin rakennesuunnittelija. Yleensäkin ottaen on tärkeää, että kaikki ymmärtävät, mitä tarkalleen ottaen ollaan tekemässä. Suunnittelua ei nimittäin kannata viedä liian pitkälle liian aikaisin, kun ollaan tekemisissä vanhojen rakenteiden kanssa. Usein nimittäin vasta varsinaisen rakentamisen alkaessa nähdään piilossa olevia rakenteita ja tässä vaiheessa usein tulee muutoksia suunnitelmiin. Tilajankin olisi hyvä huolehtia, ettei suunnittelua viedä liian pitkälle liian aikaisessa vaiheessa. (Roine 2013.)

Korjausrakentamisen liittyy omat haasteensa ja osittain ne ovat olleet esillä jo edellä. Ensinnäkin mittamaailman kanssa voi olla ongelmia ja toiseksi pelisääntöjen sopiminen on todella tärkeää. Eräs haaste on saada eri osapuolien ohjelmat toimimaan siten, että yhteistyö onnistuu. Toisaalta haasteena on myös kokeiden mallintajien puute, sillä korjausrakentamisessa tarvitaan nimenomaan kokeneita mallintajia. Tietomallien omistussuhteet ovat myös vielä melko ongelmallisia. Jos esimerkiksi rakennushankkeeseen on tiedossa jatkoa muutaman vuoden takia, ei rakennesuunnittelija ole halukas luovuttamaan tietomallia eteenpäin, koska siinä on niin sanotusti omaa työpanosta kiinni. (Nissinen 2013.) Tietomallien omistussuhteisiin liittyvien seikkojen takia ei tietomalleja välttämättä tehdä kaikkein järkevimmillä tavoilla.

Korjauskohteessa ongelmana saattaa myös olla, että suunnitelmia joudutaan muuttamaan paljon varsinaisen rakentamisen aikana. Vaikka asia näyttäisi tietomallissa toimivan, niin todellisuudessa se ei välttämättä onnistukaan. Ongelmana myös on, että urakoitsijat myös toteuttavat asiat aina hieman eri tavalla. Korjauskohteissa ei myöskään välttämättä tehdä tarkemmittauksia, vaikka piirustuksissa näin vaadittaisiinkin. Ja vaikka ne tehtäisiinkin, ei niitä välttämättä tehdä riittävän hyvin. Olisi myös hyvä, jos työmaan valvontaan kiinnitettäisiin enemmän huomiota ja toisaalta olisi myös hyvä, että työmaalla ymmärrettäisiin suunnitteluperusteet paremmin. (Roine 2013.)

Tietomallintamisessa on syytä myös huomioida, että siitä aiheutuu lisäkustannuksia suunnitteluun. Lisäkustannuksia voi tulla, koska tilaaja voi vaatia niin sanottua raakamallia aivan hankkeen alussa. Tämä tehdään mahdollisesti puutteellisilla lähtötiedoilla ja myöhemmin voidaan joutua tekemään tietomalli uudestaan. Toisaalta lisäkustannuksia aiheutuu, koska joudutaan mallintamaan enemmän yksityiskohtia. Piirustusohjelmassa suunnittelussa usein riittää, että tehdään tyyppikuva, jolloin ei tarvitse tehdä samoja asioita moneen kertaan. Mallinnettaessa sen sijaan joudutaan useammin tekemään moneen kertaan samoja asioita ja toistoa tulee näin ollen enemmän. (Nissinen 2013.) Lisäksi korjauspuolella ei suunnittelu usein ole kovin selkeää ja toisaalta ei myöskään

pystytä kopioimaan rakenteita niin paljon kuin uudisrakentamisessa. Tämän seurauksena mallintamisesta tulee lisää kustannuksia suunnitteluun. (Roine 2013.)

6.2 Rakennushankkeen muut osapuolet

6.2.1 Omistaja

Omistaja lähinnä tilaa tietomallintamisen, mutta ei sitä itse varsinaisesti käytä. Riippuu myös omistajan edustajan osaamisesta, kuinka tietomalleja osataan hyödyntää. Lähinnä tilaaja joko itse tarkastelee tietomalleja tai sitten konsultit esittelevät niitä. Omistajan kannalta tietomallintaminen liittyy ennen kaikkea suunnitteluun ja rakentamiseen. Vielä ei siis tietomallintaminen ole vakiinnuttanut asemaansa ylläpidossa ja tällä hetkellä tietomallintamisen hyödyntämistä ylläpitoon vielä tutkitaan. (Karjalainen 2013.)

Tietomallintamisella kuitenkin saavutetaan sellaisia asioita, joiden takia kannattaa tietomallintamista vaatia. Omistajan kannalta on tärkeää, että tietomallit auttavat tavoitteiden määrittämisessä ja tietomallien avulla pystytään seuraamaan näiden toteutumista. Erityisesti omistajaa kiinnostavat rakennuksen laajuustiedot, kustannukset ja energiankulutus. (Karjalainen 2013.) Nämä ovat keskeisiä tekijöitä, jotka suurelta osin määrittävät projektin rajat. Lisäksi omistajalle on tärkeää myös auttaa asiakkaita, käyttäjiä, heidän tavoitteidensa toteutuksessa (Karjalainen 2013). Tietomallien avulla on helppo esittää suunnitteluratkaisujen vaikutukset esimerkiksi kustannuksiin ja sitä kautta myös vuokraan. Toisaalta asiakkaille voidaan helpommin myös esittää, minkä takia on päädytty tiettyyn suunnitteluratkaisuun. Asiakkaille voidaan tietomallien avulla myös esittää esimerkiksi olosuhdeanalyysyjä ja valaistussimulointeja. Nämä voivat osaltaan auttaa asiakasta saamaan tavoitteet ja toiveet täyttävät tilat. (Karjalainen 2013.)

Omistajaa tietenkin kiinnostaa, minkälainen rakennuksesta tulee ja kuinka se palvelee varsinaista käyttäjää. Kuitenkin nimenomaan omistajan kannalta on erittäin tärkeää pohtia asioita pitkällä aikavälillä. Tämän takia rakentamisessa pitää huomioida koko rakennuksen elinkaari. Omistajan kannalta erittäin keskeinen seikka on rakennuksen elinkaarisuunnittelu (Karjalainen 2013). Se painottuu nimenomaan hankkeen alkuun ja siinä keskeisenä tekijänä ovat nimenomaan energia-asiat. Yleisemminkin ottaen juuri energia- ja olosuhdesimuloinneilla on keskeinen rooli tietomallintamisen käyttämisessä. (Karjalainen 2013.)

Tietomallintamisen etuja ovat muun muassa edellä mainitut energia-asiat. Lisäksi tietomallintamisen avulla on huomattavasti helpompi ymmärtää asioita ja eri osapuolet myös ymmärtävät paremmin toivotun lopputuloksen. Toisaalta tietomallintamiseen liittyy myös ongelmia. Ongelmat liittyvät keskeisesti ainakin vielä osaamattomuuteen. Aina ei välttämättä saada parasta mahdollista joukkoa osapuolia, joilla osaamisen taso olisi riittävä. Todennäköisesti isojen kaupunkien ympäriltä löytyy osaavia toimijoita, mutta muualla tilanne on vielä kehitysvaiheessa. Yleisesti ottaen voisi myös todeta, ettei mallintamisen laatu ole vielä vakiintunut. Toisaalta puutteita on vielä myös omistajan puolella, sillä vielä ei välttämättä osata tilata asioita oikein. Ei siis osata vaatia kaikkia

oleellisia asioita, jotta tietomalleja pystyttäisiin hyödyntämään riittävästi. (Karjalainen 2013.)

Tietomallintamiseen liittyy edellä mainittuja ongelmia, joita pitäisi kehittää, ja lisäksi olisi myös muita kehitysmahdollisuuksia. Olisi hyvä myös kehittää tietomallien hyödyntämistä rakennuksen valmistumisen jälkeen, käytön aikana. Kyseessä on kuitenkin huomattavasti pidempi ajanjakso rakennuksen elinkaaresta kuin mitä rakentaminen on. Tähän liittyen ongelmana voi olla toteumamallin (As Built -mallin) saaminen ajallaan ja sen huolehtiminen, että se on tehty kunnolla ja että myös kaikki muutokset on viety sinne. Toisaalta tähän liittyen ongelmana on myös tietomallien arkistointi ja ylläpito. Toistaiseksi tietomalleja säilytetään projektipankeissa, mutta olisi hyvä määrittää tarkemmin vaatimukset sähköiselle arkistoinnille. Toisaalta pitäisi tarkemmin pohtia, kuinka huolehditaan tietomallien pitämisestä ajan tasalla rakennuksen käytön aikana. Vielä tähän ei kuitenkaan ole mitään vakiintuneita käytäntöjä. Ylläpitoon liittyen olisi myös hienoa, jos saataisiin rakennuksen tietomalliin yhdistettyä myös infran tietomalli ja tontin tietomalli. Tämä tähtäisi nimenomaan siihen, että jatkuvaa huoltoa vaativat kohteet olisi tunnistettavissa ja näin helpotettaisiin ylläpitoa. (Karjalainen 2013.)

Tietomallintamista on järkevää käyttää korjausrakentamisessa yhtä lailla kuin uudisrakentamisessakin. On kuitenkin hankalaa sanoa, kuinka kannattavaa tietomallintamisen käyttäminen korjausrakentamisessa tarkalleen on vai onko se yleensä ottaen lainkaan. Esimerkiksi Senaatti-kiinteistöillä on periaatteena käyttää tietomallintamista yli miljoonan euron hankkeissa. Välttämättä Senaatti-kiinteistöissä ei kuitenkaan käytetä mallintamista, jos kyseessä on ollut vain hieman yli miljoonan euron hanke ja on uusittu esimerkiksi vain yksittäinen järjestelmä. Tällöin ei ilmeisesti ole koettu hyötyä riittävän suureksi. Todennäköisesti mallintamista kannattaa käyttää etenkin siinä vaiheessa, kun tehdään täysi peruskorjaus, tulee isoja toiminnallisia muutoksia tai muiden muutosten lisäksi uusitaan kaikki järjestelmät. Mallintaminen tulee kysymykseen, jos esimerkiksi tehdään perusparannus eli modernisoidaan koko rakennus vastaamaan tämän päivän laatutasoa. Luonnollisesti tietomallintamista pystytään hyödyntämään täysin myös siinä tilanteessa, jos rakennukseen tulee laajennus. (Karjalainen 2013.) Siinä tilanteessa pystytään laajennuksen osalta hyödyntämään mallintamista aivan samalla tavalla kuin uudisrakentamisessa.

Korjausrakentamisessa on myös eroja siinä, kuinka pystytään hyödyntämään tietomalleja. Aivan samalla tavalla ei esimerkiksi pystytä hyödyntämään energiasimuloinneissa, sillä rakenteet ovat ainakin suurelta osin jo olemassa ja niitä ei voida samalla tavalla muokkata kuin uudisrakentamisessa. Korjausrakentamisessa voi tulla vastaan myös uusia haasteita. Vanhoihin rakennuksiin saattaa nimittäin liittyä rakennussuojeluun liittyviä seikkoja. Tämän seurauksena voi olla asioita, jotka rajoittavat rakentamista ja suunnittelua. Välttämättä ei voida tehdä muutoksia rakennuksen ulkopuolella tai sisätiloissa voi olla seikkoja, jotka on huomioitava suunnittelussa. Olisi hyvä, jos tietomalleissa pystyttäisiin esittämään selkeästi erityistoimenpiteitä vaativat kohteet. Jos esimerkiksi rakennuksesta löytyy suojelun kannalta tärkeä seinämaalaus, niin olisi hyvä esittää se jollakin tasolla myös tietomallissa. Näin sen pystyy havaitsemaan tietomallista ja

tiedetään sen vaativan erityistoimenpiteitä. Tähän liittyen olisi hyvä saada kehitettyä tietomallintamista. Olisi hyvä saada inventointimalliin yhdistettyä jollakin lailla rakennushistoriaselvitys. Samoin olisi hyvä, jos tietomalliin saataisiin yhdistettyä myös rakennuksen kuntoon liittyviä seikkoja. Tämä tarkoittaisi käytännössä kuntoarvion ja tutkimuksien yhdistämistä tietomalliin jollakin tasolla. Tietomallista voitaisiin erottaa eri kunnossa olevat rakenteet toisistaan ja pystyttäisiin paremmin määrittelemään korjatarpeet. Pystyttäisiin paremmin miettimään, korjataanko esimerkiksi koko rakennus vai kenties vain jokin osa. (Karjalainen 2013.)

Korjauskohteissa tarvitaan rakennesuunnittelijaa monissa paikoissa. Omistajan kannalta ei rakennesuunnittelijan tietomallintamisella yksinään ole sinänsä suurta merkitystä ja omistajan kannalta rakennesuunnittelu voitaisiin yhtä hyvin tehdä myös perinteisesti. Rakennesuunnittelijan tietomallintamisen merkitys on huomattavasti tärkeämpi muille osapuolille. Tietysti tietomallit ovat visuaalisempia ja monia asioita on myös helpompi tutkia tietomallien kautta kuin piirustuksista. (Karjalainen 2013.)

Tietomallinnuksessa on kuitenkin kysymys etenkin kokonaisuudesta. Tietomallinnuksen pitäisi tehostaa koko työprosessia suunnittelusta aina toteutukseen saakka ja toivottavasti auttaa myös tämän jälkeen (Karjalainen 2013). Tässä on keskeisessä roolissa eri osapuolien välinen yhteistyö. Tietomallit eivät sinänsä ole ratkaisu yhteistyön parantamisessa. Yhteistyön parantamisessa on kyse enemmän toimintakulttuurin, toimintatapojen, paranemisesta ja tietomallit auttavat siinä. Yhteistyöhön liittyy kuitenkin sekä haasteita että etuja ja mahdollisuuksia. Haasteena on muun muassa eri osapuolien vaihteleva osaaminen ja lisäksi on myös muutosvastarintaa tai ymmärtämättömyyttä. Vielä ei välttämättä osata tehdä asioita oikeaan aikaan, koska piirustus pohjaisissa projekteissa ne tehdään eri tavalla. Tämä luonnollisesti heijastuu yhteistyöhön ja koko projektiin. Suunnittelun johtamiseen voi joutua myös kiinnittämään enemmän huomiota. Pääsuunnittelijan pitää osata johtaa hanketta oikealla tavalla ja tarvittaessa on hankkeessa syytä olla myös erillinen tietomallikoordinaattori. (Karjalainen 2013.)

Yhteistyön mahdollisuutena on, että tiimityöllä ja intensiivisen yhteistyön avulla pystytään paremmin hyödyntämään tietomalleja. Kun suunnittelu tehdään tiiviissä yhteistyössä, pystytään paremmin miettimään eri vaihtoehtoja ja vertailemaan eri ratkaisuvaihtoehtoja. On siis hyvä, jos suunnittelu ei etene peräjälkeen suunnittelijalta toiselle vaan tapahtuu enemmän samanaikaisesti. Näin myös päästään nopeammin eteenpäin. Lisäksi eräs merkittävä mahdollisuus on myös laadun parantaminen, mikä on keskeinen mahdollisuus mallintamiseen liittyen yleensäkin. Tiiviin yhteistyön kautta kuitenkin mahdollisesti havaitaan ongelmat paremmin. Tietomallien kautta on myös paremmat mahdollisuudet ymmärtää toisia osapuolia. Suunnittelijat eivät nimittäin välttämättä ymmärrä toistensa perimmäisiä ongelmia tai työskentelytapoja. Kun eri osapuolet ymmärtävät toisiaan paremmin, pystyvät he paremmin myös yhteistyössä ratkaisemaan ongelmia tai edesauttamaan toistensa suunnittelua. Lisäksi, jos urakoitsijakin pääsee osallistumaan yhteistyöhön jo suunnittelun aikana, on urakoitsijalla mahdollista tuoda myös omat suunnitteluratkaisunsa esille. Näin olisi mahdollista tuoda myös varsinaiseen rakentamiseen, toteutukseen, liittyvät näkökulmat paremmin huomioon. Tietysti riippuu

muun muassa urakkamuodosta, kuinka urakoitsija pääsee osallistumaan yhteistyöhön. (Karjalainen 2013.)

6.2.2 Arkkitehti

Arkkitehdin näkökulmasta on havaittavissa, että tietomallintamisen yleistyminen on selkeä trendi. Yli viisi vuotta on suunnittelu tehty välillä tietomalleilla ja välillä ei. Tosin silloin, kun tietomalleja on tilaajan toimesta vaadittu, ei tilaaja kuitenkaan ole välttämättä ymmärtänyt tietomallien käyttötarkoitusta. Kuitenkin viimeiset pari vuotta on tietomalleja todella osattu hyödyntää ja niistä saadaan otettua hyödyllistä tietoa ulos. (Davidsson 2012.)

Arkkitehti hyötyy tietomalleista etenkin niiden visuaalisuuden takia. Tietomallintamisesta on selkeä etu suunniteltaessa geometrialtaan monimutkaisia rakenteita. Tällaiseen monimutkaiseen arkkitehdin tietomalliin on sitten helppo alkaa rakennesuunnittelijan suunnitella kantavia rakenteita. Ja tekemällä arkkitehdin, rakennesuunnittelun ja talotekniikan välisiä törmäystarkasteluja saadaan mahdolliset virheet suoraan näkyviin. Arkkitehti pystyy jossakin määrin hyödyntämään tietomallia myös visualisointeihin, vaikka varsinainen visualisointityökalu ei olekaan kyseessä. Käytännössä tietomallista voidaan ottaa kuva jostakin kulmasta ja sen päälle voidaan luonnostella visuaalista ilmettä. (Davidsson 2012.) Asiaan vaikuttaa varmasti myös käytettävät ohjelmat ja osalla ohjelmista saadaan parempia visualisointeja suunnittelusta arkkitehtuurista kuin toisilla.

Mallintamisen yleinen ongelma on, että se on monin osin vielä melko työlästä. Esimerkiksi piirustusten tuottaminen vaatii melkoisesti lisätyötä ennen kuin niistä saadaan valmiita piirustuksia. Toisena ongelmana on taas, ettei tietomallintaminen ole vielä muodostunut yhteiseksi tavaksi rakennusallalla. (Davidsson 2012.)

Korjausrakentamisessa voidaan saavuttaa samoja etuja kuin uudisrakentamisessa. Uudisrakentamisessa suunnittelun edetessä tarpeeksi pitkälle niin sanotusti lyödään lukkoon runko ja kiinteät osat, kuten hissi ja IV-kuilut. Korjausrakentamisessa taas olemassa olevat rakenteet muodostavat suunnittelun puitteet. Tietomallintamisen kannalta kuitenkin erona on, että uudisrakentamisessa muodostuu luonnollisesti hyvä, käytökelpoinen tietomalli. Korjausrakentamisessa se sen sijaan joudutaan luomaan tekemällä inventointimalli ja ei ole itsestään selvää, että inventointimalli olisi riittävän laadukas. Inventointimallilla pitää olla riittävä mittatarkkuus ja lisäksi pitää pystyä esittämään esimerkiksi kantavat ja kevyet seinät toisistaan. Inventointimallin tekemiseen pitää siis todella kiinnittää huomiota. Tarkemmin inventointimallin vaatimuksia on esitetty luvussa 6.3. Inventointimallin rinnalla on myös hyödyllistä käyttää pistepilvimallia hyväksi, koska katseluohjelmien avulla voidaan siitä tarkistella visuaalista tilannetta ja tarvittaessa ottaa jopa mittoja siitä. (Davidsson 2012.) Ilmeisesti tässä yhteydessä pistepilvimallilla tarkoitettiin nimenomaan pistepilvimallia mitattavassa pyörähdyskuvamuodossa.

Rakennesuunnittelijan tietomallin merkitys on todella suuri arkkitehdille. Tietomallit voivat esimerkiksi tarjota tehokkaan vuorovaikutuskeinon arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan välille. Näin pystyttäisiin miettimään arkkitehtuuria rakenteiden kautta ja pystytään niin sanotusti keskustelemaan siitä, kuinka esimerkiksi arkkitehdin idea saa-

daan rakenteiden osalta toteutettua. Lisäksi esimerkiksi teräsrakenteet saattavat jäädä näkyviin ja näin ollen ne ovat osa arkkitehtuuria. Rakennesuunnittelijan tietomalli tarjoaakin näissä tapauksissa keinon arvioida arkkitehtuuria esimerkiksi juuri teräsrakenteiden osalta. Tietomallit tarjoavat myös hyödyllisen välineen tiukkoihin paikalleensovitustilanteisiin, kun uusia rakenteita ja talotekniikkaa yritetään sovittaa vanhojen rakenteiden kanssa. Kuitenkaan, vaikka rakennesuunnittelijan tietomalli on hyödyllinen arkkitehdille, se ei ole välttämätön arkkitehdille. Rakennesuunnittelija voi siis tehdä suunnittelun myös perinteisesti 2D-muodossa. Ongelmana tällöin tietysti on, että asioita pitää tarkastella kahdella tavalla. Kuitenkin silloin, kun rakennesuunnittelija tekee suunnittelun mallintamalla, on oleellista, että tietomalli käytännössä sisältää aivan samat asiat kuin perinteisissä piirustuksissa esitettäisiin. (Davidsson 2012.)

Tietomallintaminen on syytä ottaa myös huomioon koko projektin toimintatavoissa. Yhteistyön toimintatavat on syytä sopia selkeiksi ja on sovittava esimerkiksi, millä aikataululla tietomalleja päivitetään ja pidetään mallikatselmuksia. Tietomallien julkaisun pitää myös tapahtua tiedottamalla, jotta hankkeen muut osapuolet tietävät uuden mallin olevan saatavilla sekä tietävät siinä tapahtuneet muutokset. (Davidsson 2012.)

6.2.3 Talotekniikkasuunnittelija

Rakennuksen suunnittelun alussa ei suinkaan heti siirrytä tarkkojen rakenteiden suunnitteluun vaan alussa aletaan laskea rakennuksen elinkaarikustannuksia. Talotekniikan suunnitteluun kuuluvat keskeisesti erilaiset analyysit, kuten energia- ja olosuhdesimuloinnit ja siten myös elinkaarikustannusten laskeminen. (Järvinen 2013.) Elinkaarikustannusten tekemisestä ei kuitenkaan välttämättä vastaa varsinainen talotekniikkasuunnittelija vaan myös erillinen elinkaarisuunnittelija voi vastata niiden tekemisestä (Karjalainen 2013). Elinkaarikustannuslaskelmien perusteella pystytään muokkaamaan rakennuksen muotoa ja esimerkiksi ikkunoiden tyyppiä tai ilmansuuntia. Talotekniikan suunnittelu siirtyy luonnosvaiheen jälkeen verkostomallinnukseen ja siinä hyödynnetään tietomalleja taloteknisten järjestelmien tasapainotukseen. Talotekniikan suunnitteluun käytetään tietomalleja jo omistakin lähtökohdista. Niitä käytetään muun muassa edellä mainittuihin energia- ja olosuhdesimulointeihin, mitkä ovat vaativia laskelmia ja niiden tekemisessä tarvitaan tietomalleja. (Järvinen 2013.)

Talotekniikan suunnittelussa saadaan todennäköisesti eniten hyötyä tietomallintamisesta. Etenkin analyyseillä on todella suuri merkitys. Tilajalla on mahdollista miettiä analyysien kautta elinkaarikustannuksia, jos on vähänkin kiinnostusta panostaa asiaan. Kuitenkin yllättävän vähän vielä osataan miettiä ylläpitokustannuksia. Analyyseillä voidaan kuitenkin päästä jopa muutamien prosenttiyksikköjen päähän todellisesta tilanteesta. Tällainen tulos on todella hyvä etenkin, kun lähtötiedot eivät välttämättä vastaa täysin todellisuutta. Hyvä on kuitenkin muistaa, että rakennuksen käytössä voi tapahtua muutoksia jo parin vuoden kuluessa rakennuksen käyttöönotosta, ja analyysin tulos ei tämän takia välttämättä pidä paikkaansa. Rakennukselle kannattaisi suorittaa vastaavia analyyskejä myös rakennuksen valmistumisen jälkeen. Mikäli rakennukselle suoritetaan analyysit ajantasaisilla lähtötiedoilla, saadaan tarkkaa tietoa rakennuksen energiankulu-

tuksesta. Mikäli analyysin tulos ja todellisuus eivät vastaa toisiaan, voidaan miettiä eroavaisuuden syytä. Onko syynä virhe analyysissä vai rakennuksen käytössä? Jos eroavaisuus johtuu rakennuksen käytöstä, voidaan korjata tilanne ja säästää energiaa. Kun tiedetään suurin piirtein rakennuksen kulutus, ei hukata energiaa käyttämällä rakennusta väärin. (Järvinen 2013.)

Talotekniikan kannalta ei ole suurta eroa, onko kyseessä uudis- vai korjausrakentamiskohde. Molemmat ovat yhtä lailla suunniteltavissa ja samat analyysit saadaan tehtyä niin uudis- kuin korjausrakentamiskohteissakin. Korjausrakentaminen on tietysti haasteellisempaa, sillä lähtötiedot ovat puutteellisemmat. Lisäksi riippuu aina tapauksesta, kuinka laajasti mallinnetaan. Tähän tietysti vaikuttaa se, mitä on tilattu. Pienissä, esimerkiksi huonemuutoksissa, mallinnetaan vain urakka-alue ja muu alue jätetään mallintamatta, mutta muutoksien ollessa laajoja voidaan mallintaa kaikki tai lähes kaikki. Talotekniikan osalta joudutaan kuitenkin miettimään asioita pelkkää urakka-aluetta laajemmin. Joudutaan miettimään järjestelmien toimintaa kokonaisuutena ja huomioimaan esimerkiksi pienen muutoksen vaikutus koko järjestelmään. Talotekniikan osalta joudutaan usein toimimaan myös urakka-alueen ulkopuolella, kuten ilmanvaihtokonehuoneessa tai lämmönjakohuoneessa. Tästä voi seurata ongelmia talotekniikan suunnitteluun, koska välttämättä tältä urakka-alueen ulkopuoliselta alueelta ei ole saatavissa piirustuksia tai tietomalleja arkkitehdiltä tai etenkin rakennesuunnittelijalta. Asiaa ei kuitenkaan voi yleistää, sillä usein asiat menevät tältä osin ihan hyvin. (Järvinen 2013.)

Kuten edellä mainittiin, aiheuttavat puutteelliset lähtötiedot haasteita korjausrakentamiseen. Yleensä käytössä olevat piirustukset ovat puutteelliset, mutta puutteista huolimatta niistä saa käsityksen toimintaperiaatteista. Suunnittelijalla pitää olla myös tietotaitoa vanhoista suunnitteluperiaatteista ja rakennusmääräyksistä. Myös analyysijä tehdessä pitää suunnittelijalla olla ammattitaitoa arvioida esimerkiksi vuotoilman kerrointa. Suunnittelija joutuu kuitenkin tekemään korjauskohteissa enemmän arvauksia, mutta arvauksiin vaikuttaa, kuinka hyvä on käytössä oleva kuntoarvio ja mitä rakennukseen ollaan tekemässä. Vaikka korjauskohteissa joudutaan analyysissä tekemään enemmän arvauksia, on kokonaisuus kuitenkin usein lähellä todellisuutta. Yksittäinen huone voi olla ongelmallinen analyysissä, mutta koko rakennuksen laajuudessa sillä ei kuitenkaan ole suurta vaikutusta. (Järvinen 2013.)

Lähtötietojen puutteellisuus vaikuttaa myös verkostomallinnukseen. Toisin kuin uudisrakentamisessa ei korjausrakentamiskohteissa rakennesuunnittelijalta välttämättä saada koko rakennuksen tietomallia, jos runkoon ei tule muutoksia. Rakennesuunnittelijan runko olisi kuitenkin tärkeä talotekniikan sijoittamisessa. Jos käytössä ei ole rakennesuunnittelijan tietomallia, joudutaan käyttämään arkkitehdin tietomallia, joka ei välttämättä pidä paikkaansa rakenteiden osalta. Tämän seurauksena työmaalla voi rakenteiden avaamisen jälkeen esimerkiksi alakaton alta paljastua palkkeja, joita ei näkynyt tietomallissa. Talotekniikkasuunnittelun kannalta olisi siis todella tärkeää saada jonkinlainen rakennesuunnittelijan tietomalli myös saneerauskohteesta. (Järvinen 2013.)

Korjauskohteissa kannattaisi myös miettiä suurempien toleranssien hyväksymistä talotekniikan osalta. Esimerkiksi uuden talotekniikan sijoittamisessa kannattaa hyödyn-

tää olemassa olevia reikiä. Kuitenkin, jos reiät joudutaan sijoittamaan tietomalliin vanhojen piirustusten pohjalta, niiden sijainnit voivat helposti poiketa todellisuudesta. Reiän sijainnin korjaaminen onnistuu myöhemmin helposti, mutta talotekniikan osalta tilanne on toinen. Talotekniikan siirtäminen esimerkiksi 10, 15 cm voi aiheuttaa kohtuuttomasti työtä, sillä muutos voi vaikuttaa esimerkiksi alakattoon ja kaikkiin liitoksiin. Pitäisi siis ymmärtää, että on suunnittelumalli ja todellisuus, mitkä eivät täysin vastaa toisiaan. Talotekniikan suunnittelun kannalta ei olemassa oleva ristiriita kuitenkaan aiheuta ongelmia, vaikka työmaalla siirretäänkin talotekniikkaa esimerkiksi 30 cm. Talotekniikka toimii hyvin, vaikka työmaalla tehdäänkin tällaisia sijaintimuutoksia. (Järvinen 2013.)

Edellä on käynyt ilmi, että rakennesuunnittelijan tietomallilla on tärkeä rooli talotekniikan suunnittelussa. Talotekniikan geometrinen tarkkuus riippuu rakennesuunnittelijan tietomallin tarkkuudesta. Luonnossuunnittelun aikana työskennellään tilojen kanssa, mutta varsinaisessa mallintamisessa hyödynnetään juuri rakennemallia. Talotekniikan pystyy suunnittelemaan, kun käytössä on rakennemalli ja arkkitehdin alakatot. Lisäksi arkkitehdiltä tarvitaan myös tiedot tiloista. Talotekniikan kannalta on tärkeää, että kaikki rakennusosat, kuten pilarit ja palkit, löytyvät tietomallista. Silloin suunnittelija osaa huomioida rakennusosat. Tärkeää on tietää myös esimerkiksi alapintojen tarkkuudet, jotta suunnittelussa osataan huomioida mahdolliset epätarkkuudet. Hyviä kokemuksia on muun muassa saatu, kun rakennesuunnittelija on mallintanut vanhan rakenteen arvioiden rakenteen varman päälle. Näin talotekniikkaa suunniteltaessa osataan väistää esimerkiksi palkki ja jos kyseessä on erikokoinen palkki, niin todennäköisesti se on pienempi. Kuitenkin suurin ongelma ilmenee silloin, jos rakenteita ei ole nähtävillä tietomallissa. Silloin ei suunnittelija osaa väistää rakenteita. Vaikka piirustuksissa olisi merkintä erillisistä rakenteista, ei talotekniikan suunnittelija välttämättä huomaa piirustuksessa ja tietomallissa olevaa ristiriitaa. Rakennemallissa on siis tärkeää näyttää kaikki rakenteet. (Järvinen 2013.)

Talotekniikan kannalta on myös erittäin tärkeää, ettei rakenteisiin tehdä suuria muutoksia talotekniikan verkostomallinnuksen aloituksen jälkeen. Tilanne liittyy etenkin uudisrakentamiseen, mutta tapauksesta riippuen se liittyy myös korjausrakentamiseen. Luonnossuunnittelun aikana rakenteet saavat muuttua vapaasti, mutta ei enää toteutussuunnittelun aikana. Kuten edellä on todettu, ei talotekniikan tietomallissa voi muutoksia tehdä kovinkaan helposti. Jos rakennemalliin tulee suuria muutoksia verkostomallinnuksen aloituksen jälkeen, joudutaan talotekniikan mallinnus aloittamaan alusta. Talotekniikan verkostomallinnus kannattaa siis aloittaa vasta siinä vaiheessa, kun rakennemalli vastaa todella rakennettavaa mallia. (Järvinen 2013.) Ei mallissa tietenkään tarvitse kaikkia yksityiskohtia olla, mutta siinä vaiheessa pitää kuitenkin esimerkiksi palkkien ja pilarien koot olla päätettynä. Jossakin vaiheessa pitää siis virallisesti päättää, että tällä rakennemallilla rakennus toteutetaan ja enää ei suuria muutoksia tehdä (Järvinen 2013). Rakennesuunnittelijan olisikin hyvä informoida talotekniikkasuunnittelijoita rakennemallin valmiusasteesta päägeometrian suhteen. Jos rakennesuunnittelija osaa arvioida,

että urakoitsija mahdollisesti haluaa muuttaa jonkin kohdan, osataan tämä ottaa huomioon talotekniikan suunnittelussa ja vältetään ylimääräistä työtä. (Järvinen 2013.)

Rakennesuunnittelijan mallintamisessa on huomioitava myös monia pienempiä seikkoja. Ensinnäkin rakennesuunnittelijan tietomalli on syytä mallintaa kerroksittain, kuten yleisissä tietomallivaatimuksissa vaaditaan. Lisäksi jaettaessa tietomalleja IFC-muodossa pitää kiinnittää tiedostojen nimeämiseen huomiota. Tiedostonimen pitää olla looginen, koska yhdistelmämalliin saatetaan linkittää useita kymmeniä tiedostoja. Rakennesuunnittelijan on myös syytä mainita, mikäli tietomallin origo poikkeaa muiden suunnittelijoiden origosta. Rakennesuunnittelussa on myös muistettava rakennemallin olevan yksi osa kokonaisuudesta. Asiaa ei voida yleistää, mutta välillä rakennesuunnittelija toimii ilman, että käsittää rakennemallin liittymisestä kokonaisuuteen. Kun tätä ei huomioida, aiheutuu siitä ongelmia muille osapuolille. (Järvinen 2013.)

Osapuolien yhteistyöllä on keskeinen rooli koko hankkeen kannalta ja se pitäisikin huomioida paremmin. Nykyiset käytännöt eivät toimi riittävän hyvin, koska ne perustuvat piirustus pohjaiseen prosessiin. Nykyisen sopimuskäytännön mukaan ei pystytä tekemään yhteistyötä järkevästi. Esimerkiksi tietomallipohjaista reikäkuvaprozessia kannattaisi pohtia tarkemmin. Nykyisin reikävarausobjektit saadaan toimitettua hyvin rakennesuunnittelijalle. Kuitenkin, kun pitää tehdä reikäkuvapiirustukset, tulee ongelmia. Silloin toimitetaan varsinaiset piirustukset talotekniikkasuunnittelijalle ja suunnittelija joutuu täydentämään piirustuksia. Kuitenkin järkevintä olisi noudattaa yleisten tietomallivaatimusten vaihtoehtoa, jossa rakennesuunnittelija tekee itsenäisesti reikäpiirustukset reikävarausobjektien perusteella. Yhteistyöhön pitäisikin tulla asennemuutos, jotta tehtäisiin järkevästi yhteistyötä ilman turhaa työtä. Tulevaisuudessa suunnittelun tulisikin perustua tiimeihin eli tilaaja vain tilaa niin sanotusti ammattitaitoa ja suunnittelijat keskenään sopisivat järkevän tavan hoitaa suunnittelu. (Järvinen 2013.)

Projektin johtamiseen pitäisi kiinnittää huomiota. Ensinnäkin tietomallikoordinaattoria pitäisi osata hyödyntää hankkeen alussa, jotta tietomallinnus osataan tilata oikein. Tilaajan pitää määrittää tietomallin käyttötarkoitus, jotta tiedetään myös tietomallin vaatimukset. Toinen johtamiseen liittyvä seikka on hankkeen vaiheistus. Hanke pitää siis vaiheistaa oikein ja lisäksi pitää huolehtia vaiheistuksen noudattamisesta. Kun osapuolet etenevät sovitulla aikataululla, pystyvät kaikki osapuolet etenemään suunnitellusti ilman turhan työn tekemistä. Lisäksi on sovittava, että tieto vaihtuu oikeaan aikaan. Korjausrakentamishankkeissa on myös syytä sopia esimerkiksi siitä, mallintaako rakennesuunnittelija vain uudet rakenteet vai myös vanhat rakenteet. (Järvinen 2013.)

Hankkeen ongelmat ovat etenkin johtamisen ja kommunikaatioon liittyviä ongelmia. Vaikka ohjelmissa on puutteita, ei niitä kuitenkaan voida syyttää ongelmista. Ohjelmissa on aina puutteensa ja ei edes kannata odottaa niiden toimivan täydellisesti. Pitää oppia hyväksymään niissä olevat puutteet ja oppia tulemaan toimeen puutteiden kanssa. (Järvinen 2013.)

Tietomallintamisen yhteistyöhön liittyy paljon puutteita, mutta lisäksi tietomallintaminen myös edesauttaa yhteistyötä. Tietomallista näkee suoraan, mitä on tehty ilman useiden eri piirustusten tutkimista. Toisaalta on myös paljon helpompaa ymmärtää toisten

tekemisiä. Lisäksi, jos opittaisiin jo etukäteen keskustelemaan suunnitteluratkaisusta, niin tiedettäisiin jo etukäteen, mitä on tiedossa. Tavoite siis olisi, ettei ainoastaan todettaisi jälkikäteen suunnittelutulosta, vaan tarvittaessa vaikutettaisiin suunnitteluratkaisuihin jo etukäteen. (Järvinen 2013.)

Talotekniikka liittyy keskeisesti myös ylläpitoon. Tietomalliin on helppo lisätä tietoa, mutta sitä pitää osata myös ylläpitää ja hyödyntää järkevästi. Talotekniikan kannalta ei ylläpidossa tarvita kolmiulotteista tietomallia lainkaan. Ylläpidossa pitää pystyä ylläpitämään laajaa joukkoa tietoa ja siinä käytetään tietokantapohjaista ohjelmaa. Tietomallista siirretään siis tiedot tietokantaan, jota käytetään päivittäisessä ylläpidossa. Päivittäisessä käytössä muutokset päivitetään tietokantaan, mutta määräajoin pitää päivittää muutokset myös tietomalliin. Tilanne on sama myös piirustus pohjaisessa suunnittelussa, sillä ylläpidon tekemät muutokset pitää tehdä myös piirustuksiin. Pitää siis muistaa, että pitää ylläpitää sekä todellista että tietomallipohjaista rakennusta. Vain näin pystytään varmistamaan tietomallien pysyvän ajantasaisena myös tulevaisuudessa. (Järvinen 2013.) Ylläpidossa on syytä muistaa myös analyysien uusiminen käyttöönoton jälkeen, kun rakennuksen käytössä on tapahtunut muutoksia, kuten edellä on kerrottu.

6.2.4 Urakoitsija

Urakoitsija pystyy hyötymään tietomalleista useilla eri tavoilla. Jos urakoitsija on mukana hankkeessa heti hankkeen alkuvaiheessa, pystytään hakemaan optimaalista suunnitteluratkaisua. Tietomallista pystytään muun muassa suoraan laskemaan kustannuksia ja näin pystytään helposti vertailemaan eri vaihtoehtoja. Entistä enemmän tietomalleja pystytään käyttämään myös työmaalla, jossa pystytään tietomalleista laskemaan määriä ja kustannuksia sekä hyödyntämään niitä myös aikataulutukseen. (Laine 2013.) Tietomalliin saadaan siis liitettyä eri rakennneosien ja järjestelmien asennusaikataulut (Eastman et al. 2011, s. 285). Tietysti tietomallit tarjoavat visuaalisen tavan tarkastella suunnitteluratkaisuja. Tietomallien avulla pystytään myös yhdistämään eri osapuolien tietomallit yhdistelmämalliksi, josta on huomattavasti helpompi tarkastella tilannetta kuin tarkastelemalla tilannetta useasta eri piirustuksesta. Kokouksissakin on helpompi puhua asioista, kun keskusteltavaa asiaa voidaan samanaikaisesti tarkastella tietomallista. Tietysti rakentamisessa tarvitaan edelleen myös piirustuksia. (Laine 2013.)

Tietomallintamiseen liittyy myös ongelmia. Jos suunnittelijat eivät osaa käyttää työkalujaan, niin se tietysti aiheuttaa hankaluuksia. Lisäksi ongelmana on, etteivät kaikki osapuolet osaa hyödyntää tietomalleja. Jos tietomalleja ei osata hyödyntää, ei niistä saada mitään hyötyä, vaikka ne olisi tehty kuinka hyvin. Kuitenkin välillä ongelmana on, että tietomallien tietosisällöt eivät ole riittävät tarpeisiin nähden. Urakoitsijalle saatetaan siis tulla ongelmia, jos urakoitsija ei itse ole päässyt vaikuttamaan tietomallivaatimuksiin. Silloin ei pystytä vaikuttamaan siihen, kuinka hyvin tietomallia pystytään hyödyntämään. Yleiset tietomallivaatimukset toivottavasti vievät kehitystä siihen suuntaan, että tietomallit ovat käyttökelpoisia urakoitsijalle, vaikka tietomallivaatimuksiin ei päästä vaikuttamaankaan. Parhaassa tapauksessa tietomallit ovat kuitenkin todella hyödyllisiä, kun osaavat suunnittelijat ovat tehneet ne. Silloin ei ole ongelma, vaikka ei pääse-

kään määrittelemään tietomallintamisen vaatimuksia. Tietenkin aina on parempi, jos pääsee vaikuttamaan tietomallintamiseen, niin silloin urakoitsijan on helpompi käyttää niitä. Urakoitsijan kannalta on myös tärkeää, että kaikki osapuolet käyttävät tietomalleja. Todennäköisenä haasteena kuitenkin vielä on, ettei ole muodostunut kaikille sopivia vakiintuneita käytäntöjä. (Laine 2013.)

Osapuolien välisellä yhteistyöllä on suuri vaikutus koko hankkeen onnistumiseen. Varsinkin, jos ei osapuolilla ole vielä kovin paljon mallintamiskokemusta, niin muun muassa hyvä yhteistyö edesauttaisi hankkeen onnistumista. Tietomallintaminen myös edesauttaa yhteistyötä, sillä tietomalleja tutkimalla on eri osapuolien paljon helpompi ymmärtää asiat. Tietomallien avulla on myös helpompi sovittaa esimerkiksi talotekniikka ja rakenteet yhteen kuin piirustuksien pohjalta. Urakoitsija hyötyy merkittävästi, kun suunnitelmat ovat keskenään yhteensopivia. Kun urakoitsijalla on käytössä laadukkaat suunnitelmat, on mahdollista toteuttaa ne sellaisenaan ja työmaalla ei tarvitse soveltaa niin paljon. (Laine 2013.)

Mitä vaikeampi ja monimutkaisempi on suunniteltava kohde, sitä enemmän hyödyttään sen tietomallintamisesta. Oletettavasti korjausrakentamisessakin on sellaisia hyötyjä, minkä takia kannattaa tietomallintamista hyödyntää. Todennäköisesti talotekniikan sovittamisessa olisi hyötyä tietomallintamisesta, koska pystytään paremmin miettimään eri vaihtoehtoja. Uudistettava talotekniikka vaatii nimittäin enemmän tilaa ja näin joudutaan tarkemmin miettimään sopivia vaihtoehtoja. Toisaalta myös uuden ja vanhan rakenteen liittäminen toisiinsa on kriittinen paikka ja urakoitsija luonnollisesti hyötyy, jos sovitus saadaan tehtyä paremmin. (Laine 2013.)

Urakoitsijan kannalta on tärkeää, että kaikki osapuolet tekevät suunnittelun mallintamalla, kuten edellä jo mainittiin. Ei voida siis ajatella, että esimerkiksi rakennesuunnittelijan tietomallin merkitys olisi tärkeämpi. Tietomallintamisen kokonaishyöty on saavutettavissa vasta, kun kaikki suunnittelijat tekevät tietomallit. Urakoitsijan näkökulmasta on kuitenkin aina parempi, että rakennesuunnittelu tehdään mallintamalla. Rakennesuunnittelijan tietomallista on jo itsessäänkin hyötyä. Hyödyt ovat osittain samoja kuin edelläkin on mainittu. Etuna on siis esimerkiksi määrien saaminen suoraan tietomallista. Tietomallit myös vähentävät työtä, kun asioita ei tarvitse laskea moneen kertaan piirustuksista. Tietomallin avulla pystyy myös hyvin suunnittelemaan asennuksen ja huomioimaan siinä tarpeelliset asiat, jos tietomallissa ovat detaljit paikoillaan. Toisaalta tietomallista voi tarkistaa, kuinka epäselvä paikka on tarkoitus tehdä, vaikka kyseisestä kohdasta ei ole tehty erillistä leikkausta. Tietomallista on paljon hyötyä myös tuotannonsuunnitteluun ja esimerkiksi tilattavat elementit saa kätevästi listattua sieltä. (Laine 2013.)

Tietomallintamisella pystytään vaikuttamaan myös suunnittelun laatuun. Tietysti laadun ensisijainen edellytys on suunnittelijan hyvä ammattitaito. Lähinnä tietomallipohjaisella suunnittelulla pystytään vähentämään inhimillisiä virheitä ja toisaalta saadaan suunnitelmat keskenään yhteensopiviksi. Koko suunnittelun kuitenkin pitää toimia tietomallipohjaisesti, jotta virheitä saadaan vähennettyä. Tietomallintamisen vaikutusta virheiden määrään on kuitenkin vaikea arvioida, koska milloinkaan ei tehdä kahta sa-

manlaista rakennusta sekä mallintamalla että perinteisellä piirustus pohjaisella prosessilla. Sellaisia virheitä kuitenkin kohtaa, jotka mallintamalla olisi pystytty välttämään. (Laine 2013.)

6.3 Inventointimalli

Inventointimallin merkitys on erilainen eri osapuolille. Esimerkiksi omistajalle ei inventointimallilla sinänsä ole merkitystä vaan se on ennen kaikkea suunnittelun pohja. Inventointimalli kuitenkin vaikuttaa suunnittelun kautta rakentamiseen ja edelleen ylläpitoon. (Karjalainen 2013.) Urakoitsijallekaan ei inventointimallilla sinänsä ole erityistä käyttötarkoitusta. Käytännössä urakoitsija pystyy inventointimallista nopeammin ymmärtämään, minkälaisesta rakennuksesta on kyse tutkimatta kaikkia olemassa olevia piirustuksia. (Laine 2013.) Suunnittelijoille inventointimallista taas on enemmän merkitystä.

Inventointimalli on tärkeä ennen kaikkea arkkitehdille (Roine 2013). Se on koko suunnittelutyön pohja ja tämän takia sen tekemiseen on kiinnitettävä suurta huomiota. Inventointimallin käyttökelpoisuus kärsii merkittävästi, jos siihen ei voi luottaa. Jos inventointimallista löytyy jatkuvasti virheitä, ei siihen uskalla jatkossa luottaa. Tähän liittyy etenkin inventointimallin mittatarkkuus. Riippuu kuitenkin myös käyttötarkoituksesta, kuinka tarkka mallin pitää olla. Suunnittelun kannalta on kuitenkin oleellista saada jollakin lailla luotettavaa mittatietoa inventointimallista, jotta osataan sijoittaa esimerkiksi uudet rakenteet vanhojen väliin tai vaikka uudet ovet ja ikkunat vanhoihin aukkoihin. Inventointimalli pitää siis tehdä niin tarkasti, että sitä pystytään todella hyödyntämään. Arkkitehdin suunnittelu on todella turhauttavaa, jos joutuu tarkistamaan esimerkiksi mittoja jatkuvasti. Sovituista toleransseista on siis syytä pitää kiinni, jotta inventointimalliin pystyy luottamaan. (Davidsson 2012.)

Mittamaailman lisäksi arkkitehdin kannalta on tärkeää, että rakenteille on määritetty niiden rakennetyypit ja tiloihin on lisätty tilatiedot. Rakennetyyppimääritysten perusteella pystytään erottamaan esimerkiksi kantavat seinät ja kevyet väliseinät toisistaan. Inventointimallin tekemisessä on kuitenkin myös hyväksyttävä, että osa rakenteista on piilossa esimerkiksi alakaton takana ja tämän takia niitä ei välttämättä saada suoraan mallinnettua. Tämä on tietysti seurausta siitä, että rakennus voi mittauksen aikana olla toiminnassa. Inventointimallissa pitäisi kuitenkin olla tieto siitä, että kyseessä on esimerkiksi alakatto ja että sen takaa ei ole päästy mittaamaan. (Davidsson 2012.) Yleensä ottaen olisi hyvä ilmaista tällaiset epäselvät asiat tietomalliselostuksessa (Karjalainen 2013). Inventointimallia pitäisi kuitenkin täydentää sitä mukaa, kun purettavien rakenteiden takaa paljastuu uusia rakenteita (Davidsson 2012).

On myös hyvä muistaa, että inventointimallin tekeminen on haastavaa. Siinä joudutaan jatkuvasti pohtimaan, kuinka tarkasti kukin rakennusosa laitetaan paikalleen. Tekijällä olisikin hyvä olla niin sanotusti rakentajan asenne. Sitä tehdessä pitää nimittäin ymmärtää, mihin sitä käytetään ja mitkä ovat keskeisiä asioita. Olisi kuitenkin hyvä, jos arkkitehti pääsisikin itsekin määrittelemään vaatimuksia inventointimallille ennen sen te-

kemistä. (Davidsson 2012.) Eräs keskeinen seikka on myös varmistaa, että inventointimalli toimii arkkitehdin käyttämällä mallinnusohjelmassa (Karjalainen 2013). Jos inventointimalli ei ole riittävän hyvä ja arkkitehti joutuu korjaamaan sitä, voi tämä vaatia todella paljon työtä ja viivästyttää suunnittelua. Aikatauluongelmat voivat siirtyä myös eteenpäin ja vaikuttaa koko hankkeen aikatauluihin. (Davidsson 2012.)

Talotekniikan näkökulmasta eivät inventointimallin vaatimukset ole yhtä tarkkoja kuin arkkitehdillä. On kuitenkin tärkeää, että inventointimallissa esitetään rungon lisäksi myös tilaobjektit. Niitä tarvitaan analyysien tekemisessä ja palvelualueiden määrittämisessä. Mittatarkkuuden suhteen eivät talotekniikan vaatimukset kuitenkaan ole kovinkaan tiukkoja. Talotekniikan kannalta riittäisi, että inventointimalli tehdään vanhojen piirustusten pohjalta. (Järvinen 2013.) Talotekniikan suunnittelua varten pitää kuitenkin olla nähtävillä kaikki rakenneosat, kuten pilarit ja palkit luvun 6.2.3 mukaisesti. Talotekniikan suunnittelun kannalta ei kuitenkaan ole merkitystä, tuleeko tieto esimerkiksi rakennesuunnittelijan tietomallista vai inventointimallista. Suunnittelun kannalta on kuitenkin tärkeää tietää, millä tarkkuudella esimerkiksi palkin alapinta on tietomallissa paikallaan (Järvinen 2013).

Rakennesuunnittelijalla on inventointimallille enemmän vaatimuksia kuin talotekniikkasuunnittelijalla. Inventointimalli tarjoaa mittamaailman ja siitä saadaan reunaehdot uusia rakenteita varten (Nissinen 2013). Inventointimallin tarkkuus on siis tärkeä, sillä se on koko suunnittelun tarkkuuden lähtökohta. Seuraava lause kuvaa hyvin asiaa. ”Jos siellä on tehty puolen metrin tarkkuudella, niin lopputuloskin on puolen metrin tarkkuudella.” Ei ole siis yhdentekevää, mikä on inventointimallin mittatarkkuus. (Roine 2013.) Yleisten tietomallivaatimuksien tarkkuusvaatimukset inventointimallille ovat yleistarkkuuden perusteella riittävät. Kuitenkin voi olla tarpeen tehdä erilliset tarkemittaukset, jos uuden ja vanhan rakenteen liitokselta vaaditaan todella hyvää tarkkuutta, kuten luvussa 6.1.2. todetaan. (Nissinen 2013.) Kyseisessä luvussa käy myös ilmi, että riippuu näkökulmasta, kuinka uuden ja vanhan rakenteen liitokset kannattaa huomioida suunnittelussa. Tähän liittyen eräs näkökulma on, ettei inventointimallia kannata määrittää liian tarkkaan vaan epätarkkuudet kannattaa ottaa huomioon suunnittelussa muulla tavoin. Ei kannata siis lähteä siitä oletuksesta, että inventointimallin perusteella pystyisi suunnittelemaan täysin mittatarkkoja rakenteita. (Roine 2013.)

Inventointimallin vaatimuksissa ei kyse ole pelkästä mittatarkkuudesta, vaikka sillä onkin tärkeä rooli. Eräs tyypillinen ongelmana on, että usein jää paljon rakenteista piiloon. Inventointimalleissa esitetään usein pintarakenteet ja varsinainen runko ei välttämättä inventointimallista selviä. Tämän takia olisi hyvä viedä inventointimallia hieman pidemmälle rakenneavauksia ja vanhoja piirustuksia hyväksi käyttäen. Niiden avulla saataisiin paremmin selville varsinaisen rungon sijainti. Rakenneavaukset kuitenkin tehdään aina yhdestä kohtaa ja tämän takia inventointimallissa pitäisi jotenkin esittää, mikä on varma tieto ja mikä oletus. Hyvä periaate myös on, että aina kannattaa suhtautua inventointimalleihin hieman varauksella. (Roine 2013.)

Rakennesuunnittelijan kannalta on myös tärkeää, että rakenteet on luokiteltu. On siis tärkeää tietää, mikä on esimerkiksi seinän rakennetyyppi. Toisaalta on tärkeää, että

pystytään poistamaan tarpeettomat objektit näkyvistä ja saadaan vain tarpeelliset objektit näkyviin. Voi olla tarpeen esimerkiksi saada inventointimallista näkyviin rakennuksen runko ja poistaa muut objektit näkyvistä. Tämä luokittelu on kuitenkin syytä tehdä huolella, sillä väärin luokitellut objektit voidaan epähuomiossa suodattaa pois näkyvistä. Inventointimallin ongelmana saattaa myös olla, että ei välttämättä ymmärretä inventointimallin sisältöä täysin. Inventointimallissa saattaa esimerkiksi olla patti seinässä, mutta ei kuitenkaan tiedetä, mikä se on. Kyseessä saattaa siis olla esimerkiksi sähkökaappi. Se on kuitenkin suunnittelijalle ongelma, jos kyseinen kohta vaikuttaa suunnitteluun. Yleensä ottaen olisi hyvä, jos rakennesuunnittelijakin olisi mukana määrittämässä inventointimallin vaatimuksia. Näin pystytään varmistamaan, että rakennesuunnittelijakin saa tarvittavan informaation inventointimallista. (Nissinen 2013; Roine 2013.) Näin pystytään varmistamaan, että inventointimalli todella palvelee myös rakennesuunnittelijan tarpeita.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Diplomityössä selkeytyi moni korjausrakentamisen mallintamiseen liittyvä seikka. Tulokset eivät kuitenkaan olleet luonteeltaan täysin yksiselitteisiä vaan enemmänkin huomioita, jotka on syytä ymmärtää. Huomioimalla esiin nousseet seikat on paremmat mahdollisuudet onnistuneesti käyttää tietomallintamista korjausrakentamisessa tai arvioida sitä, ettei mallintamista välttämättä ole järkevää käyttää lainkaan. Tietomallintamisen käyttämiseen rakennesuunnittelussa vaikuttaa niin rakennushankkeen luonne, tilaajan päätökset kuin muiden suunnittelijoiden toimintakin. Toisaalta samoin vaikuttaa myös rakennesuunnittelijan toiminta siihen, kuinka muut osapuolet pystyvät hyödyntämään tietomalleja. Tietomallintamista pitää siis pohtia kokonaisuuden kannalta.

Tietomallintamista kannattaa käyttää korjausrakentamisessa, mutta ei välttämättä joka tilanteessa. Ei ole itsestään selvää, koska siitä todella saadaan riittävästi hyötyä. Asia on aina mietittävä tapauskohtaisesti. Rakennesuunnittelun osalta tietomallintamista kannattaa käyttää siinä vaiheessa, kun korjausrakentaminen sisältää uusien rakenteiden suunnittelua. Hyötyä saavutetaan nimenomaan uusien kokonaisuuksien suunnittelusta. Tietomallintamisen hyödyllisyyttä voidaan pohtia samaan tapaan kuin uudisrakentamisessakin. Tietomallintamisen käyttäminen ei lähtökohtaisesti eroa kummassakaan. Kysymys on nimenomaan uusien rakenteiden suunnittelusta. Koska tietomallintaminen korjausrakentamisessa liittyy uusien rakenteiden suunnitteluun, rakennesuunnittelijan muut tehtävät tehdään edelleen samoin kuin aikaisemminkin. On kuitenkin syytä ymmärtää, että tietomallintamisen hyödyntäminen ei koske pelkästään rakennesuunnittelua. Vaikka rakennesuunnittelussa ei saataisikaan hyötyä, muussa suunnittelussa tilanne voi olla täysin erilainen ja esimerkiksi talotekniikan suunnittelussa voidaan saada tietomallintamisesta merkittävää hyötyä. Tilaaja suurelta osin ohjaa sitä, käytetäänkö tietomallintamista vai ei. Kokonaisuuden kannalta voi olla hyödyllistä tehdä rakennesuunnittelukin mallintamalla, vaikka siitä ei saataisikaan varsinaisesti rakennesuunnitteluun apua.

Kun rakennesuunnittelussa käytetään mallintamista, on syytä kiinnittää huomiota muutamiin käytännön seikkoihin. Ensinnäkin on tärkeää ratkaista, kuinka huomioidaan vanhan ja uuden rakenteen liitokseen liittyvät epävarmuustekijät. Vaikka kyseisestä kohdasta olisi tehty inventointimalli, liittyy siihen kuitenkin erilaisia toleransseja. Täysin mittatarkkojen suunnitelmien tekeminen on siis haastavaa, kun suunnitteluun liittyvät vanhat rakenteet. Jos rakenteet tehdään paikanpäällä, ei asiaan liity ongelmia. Silloin epätarkkuudet huomioidaan rakentamisen aikana ja myös mahdolliset pienet ongelmat pystytään ratkaisemaan paikanpäällä. Ongelmat liittyvät siis siihen, kun halutaan käyttää esivalmistettuja osia. Betonielementit eivät ole niin suuri ongelma, jos pystytään käyttämään riittävän suurta sovitustilaa liitoksessa. Edellytys kuitenkin on, että vanho-

jen rakenteiden sijainti on riittävän tarkasti selvillä. Suuremmat ongelmat liittyvät teräs-rakenteisiin, sillä niiden liitoksissa vaaditaan huomattavasti enemmän tarkkuutta. Edelleen osassa liitoksissa pystytään käyttämään riittäviä sovitustarvikkeita. Kuitenkin siinä vaiheessa, kun vaaditaan parempaa tarkkuutta, pitää asia ratkaista muilla tavoilla. Käytännössä on kaksi vaihtoehtoa. Ensinnäkin rakenteet voidaan tehdä muilta osin valmiiksi, mutta varsinainen liitos vanhaan rakenteeseen tehdään paikanpäällä. Toinen vaihtoehto taas on, että kyseiseltä alueelta tehdään tarkemmittaukset, joiden perusteella voidaan rakenteet suunnitella kunnollisella liitoksella. Yleisesti voisi vielä todeta, että suunnittelijan pitää olla selvillä siitä, kuinka hyvin vanhojen rakenteiden sijainnit tunnetaan ja minkälaisella tarkkuudella liitokset voidaan tehdä.

Vaikka rakennesuunnittelun mallintaminen ensisijaisesti liittyy uusien rakenteiden mallintamiseen, liittyvät myös vanhat rakenteet rakennesuunnitteluun. Suunnitelmissa on joka tapauksessa esitettävä vanhat rakenteet jollakin tarkkuudella. Projektin alussa on sovittava, kuinka vanhan rakennuksen rakenteet aiotaan esittää. Riittääkö vanhojen rakenteiden tuominen inventointimallista vai pitääkö rakennesuunnittelijan mallintaa ne erikseen? Yleisissä tietomallivaatimuksissa määritetään rakennesuunnitteluun tarvittaessa kuuluvan olemassa olevien rakenteiden mallintamisen. Tämä on luonnollisesti tarpeen, mikäli inventointimallia ei ole edes tehty ollenkaan. Lisäksi on tarpeen mallintaa vanhat rakenteet, mikäli inventointimallin tarkkuus ei ole riittävä rakenteiden osalta. Oleellista on kuitenkin miettiä, palveleeko vanhojen rakenteiden mallintaminen jatko-suunnittelua. Vähintään pitää kuitenkin mallintaa rakenteet, joihin tulee rakenteellisia muutoksia. Rakenteiden mallintamisen takia kannattaa mallintaa myös vähintään vanhat rakenteet, joihin liitytään uusilla rakenteilla. IFC-muodossa oleviin inventointimallin objekteihin ei nimittäin pystytä liittymään mallinnusohjelman omilla objekteilla. Tämä ei kuitenkaan edellyttä koko vanhan rakennuksen mallintamista. Kokonaisuuden kannalta pitää kuitenkin miettiä, pystytäänkö varsinaiset suunnitelmat tekemään riittävän hyvin, vaikka vanhoja rakenteita ei mallinnettaisi. Jos päädytään mallintamaan vanhat rakenteet, edellyttää se käytännössä riittävän hyviä piirustuksia vanhoista rakenteista. Muussa tapauksessa ei mallintaminen onnistu. Syytä on myös tiedostaa, että mallintaminen vaatii suuren työpanoksen ja lopputulokseen kuitenkin sisältyy epävarmuustekijöitä. Pitää siis miettiä, saadaanko näin tehtyä riittävän tarkka tietomalli tarpeisiin nähden ja ymmärtää siihen liittyvät epätarkkuudet. Usein tarkkuusvaatimukset eivät kuitenkaan ole aivan niin tiukkoja. Rakennesuunnittelijan mallinnuksen tarkoitus on kuitenkin esittää tarkemmin rakenteet ja etenkin inventointimallissa näkymättömät rakenteet. Inventointimalli kuitenkin on ensisijaisesti se paikka, josta saadaan tarkka mittatieto. Jos kuitenkin vaaditaan parempaa mittatarkkuutta, olisi todennäköisesti luontevampaa, että varsinainen inventointimallin tekijä tekisi myös rakenteet tarkemmin. Inventointimallin tekijän olisi myös luontevaa tehdä inventointimalli suoraan tarkemmaksi rakenteiden osalta ainakin siinä tilanteessa, ettei riittävän hyviä piirustuksia ole saatavilla.

Vanhojen rakenteiden mallintaminen ei kuitenkaan ole pelkästään rakennesuunnittelijan omaan työhön liittyvä asia vaan siihen liittyy myös muiden osapuolien ja etenkin talotekniikkasuunnittelun tarpeet. Talotekniikan suunnittelussa verkostomallinnuksen

tekemisessä on tärkeää saada näkyviin vanhat rakenteet, jotta pystytään talotekniikkaa sijoittaessa väistämään rakenteita. Tämän takia olisi hyvä, että rakennesuunnittelija mallintaisi vanhat rakenteet tai vaihtoehtoisesti inventointimallissa olisi rakenteet esitetty riittävän hyvin. Näin pystytään varmistamaan, että rakenteet ja talotekniikka saadaan liitettyä riittävän hyvin yhteen. Muussa tapauksessa vaarana on, ettei talotekniikkaa saada sijoitettua alkuperäisten suunnitelmien mukaan.

Silloin, kun vanhat rakenteet on mallinnettu rakennesuunnittelijan toimesta, pystytään myös tekemään reikäkuvat tietomallipohjaisesti. Muussa tapauksessa reikäkuvien tekeminen olisi huomattavasti hankalampaa ja jouduttaisiin käyttämään sekaisin eri menetelmiä reikäkuvia tehtäessä. Tietysti riippuu laajuudesta, onko edes tarpeen tuottaa reikäkuvat tietomallipohjaisesti. Yksittäisten reikien kanssa ei mallintaminen ole tarpeen. Kuitenkin siinä vaiheessa, jos reikiä tulee paljon, voisi olla parempi tehdä asiat tietomallipohjaisesti.

Talotekniikan suunnittelun kannalta on myös tärkeää niin sanotusti lyödä lukkoon toteutettava runko ennen verkostomallinnuksen aloittamista. Rakennesuunnittelijan suunnitelmassa uutta runkoa voidaan siihen tehdä suuriakin muutoksia suunnittelun kuluessa, mutta toteutussuunnittelun alkaessa pitäisi toteutettava runko olla päätettynä. Jos runkoon tulee suuria muutoksia verkostomallinnuksen aloituksen jälkeen, joutuu talotekniikkasuunnittelija todennäköisesti aloittamaan koko verkostomallinnuksen alusta. Tämän takia, jos muutostarpeita kuitenkin ilmaantuu, pitäisi muutoksien tekemisestä sopia myös talotekniikkasuunnittelijan kanssa. Ei siis riitä, että esimerkiksi urakoitsija ja rakennesuunnittelija vain keskenään sopivat asioista vaan myös talotekniikkasuunnittelijan pitää olla mukana sopimassa asioista. Rakennushankkeen aikataulussa on siis huomioitava, että ratkaisuvaihtoehdot on tutkittu riittävän aikaisessa vaiheessa.

Tietomallintamisessa lähtötiedot ovat todella tärkeitä ja ne pitää myös olla käytettävissä aikaisemmassa vaiheessa kuin perinteisessä suunnittelussa. Mallinnettaessa aletaan huomattavasti aikaisemmin suunnitella suhteellisen tarkkaan. Korjausrakentamisessa eräs keskeinen lähtötieto on inventointimalli. Kyselyn perusteella kuitenkin kävi selväksi, että inventointimallien tekemiseen liittyy vielä ongelmia. Sen tekemiseen pitäisi siis kiinnittää enemmän huomiota. Inventointimalli kuitenkin määrittää koko suunnittelun tarkkuuden. Tarkkuustason pitää siis olla riittävä muun muassa suhteessa uuden ja vanhan rakenteen välisiin liitoksiin. Inventointimallissa on myös näytettävä rakenteiden rakennetyypit niin, että eri rakenteet pystytään erottamaan toisistaan. Inventointimallin tarkkuuteen liittyy myös piiloon jäävät rakenteet. Ennen inventointimallinnuksen tekemisen aloitusta olisi sovittava, kuinka piiloon jäävät rakenteet mallinnetaan. Toive olisi, että inventointimalleissa olisi paremmin esillä piiloon jäävät rakenteet. Ne pystytään esittämään esimerkiksi siten, että vanhojen piirustuksien ja rakenneavauksien avulla täydennetään niitä alueita, joita ei ole pystytty mittaamaan. Tärkeää on kuitenkin kertoa tietomalliselosteessa, miltä osuudelta inventointimalli on tarkka ja mikä taas on oletus. Näin suunnittelijat pystyvät tarvittaessa suhtautumaan inventointimalliin varauksella. Suunnittelijoiden on kuitenkin opittava hyödyntämään tietomalliselostuksia ja tarkistamaan asioita sieltä niin inventointimallin kuin muidenkin tietomallien osalta. Inven-

tointimallin tekeminen on kuitenkin haastavaa, joten tekijällä pitäisi olla rakentajan asenne. On tärkeää, että tekijä todella ymmärtää, mikä on oleellista ja mikä ei. Liian yksityiskohtaista ei inventointimallista kuitenkaan kannata tehdä tai työmäärästä tulee kohtuuton. Pitääkin löytää sopiva tasapaino inventointimallin yksityiskohtaisuuden ja tarkkuuden suhteen. Jo tämänkin takia olisi tärkeää saada suunnittelijat määrittämään inventointimallin vaatimuksia, jotta inventointimallista saadaan riittävän hyvä kaikkien suunnittelijoiden kannalta.

On syytä myös muistaa, että inventointimallintamisen lopputuote ei ole pelkkä tietomalli. Sen rinnalla toimitetaan myös piirustuksia ja mahdollisesti myös pistepilvimalli sekä normaalimuodossa että mitattavassa pyörähdyskuvamuodossa. Etenkin viimeisin olisi kätevä, jos halutaan tarkastella yksityiskohtia tai jos ei välttämättä ymmärretä inventointimallin sisältöä, sillä siitä saadaan valokuvantarkasti tarkasteltua asioita ja tarvittaessa otettua jopa mittoja. Pistepilvimalli mitattavassa pyörähdyskuvamuodossa on kuitenkin huomattavasti havainnollisempi kuin pelkkä pistepilvimalli tai jopa inventointimalli. Tämä tuo lisämahdollisuuksia, joita kannattaa tarvittaessa hyödyntää. Tietysti inventointimalli on ensisijainen lähde, mutta muun muassa pistepilvimallit kuitenkin toimivat hyvin siinä rinnalla.

Inventointimalli ja lähtötiedot yleensä ovat korjausrakentamisessa ongelmallisia, sillä niihin sisältyy aina epävarmuustekijöitä, vaikka tehtäisiinkin huolellista työtä. Mallintamisen tarkkuus on kuitenkin tärkeä asia, sillä mallintamisella pyritään muun muassa siihen, että suunnittelu pystytään tekemään tarkasti. Korjausrakentamisessa ei kuitenkaan pystytä aivan samanlaisiin tarkkuuksiin kuin uudisrakentamisessa. Ei myöskään ole järkevää käyttää kohtuuttomasti suunnitteluaikaa, jotta suunnitelmat saadaan tehtyä aivan tarkasti. Tämän takia on järkevää sopia hankkeelle asianmukainen mallinnustarkkuus. Joka tilanteessa ei myöskään ole edes tarpeellista tehdä aivan mittatarkkaa suunnittelua. Tietomalliselostuksiin on kuitenkin aina kirjattava tarkkuudet, millä on mallinnettu. Näin myös muut osapuolet tietävät, millä tarkkuudella on mallinnettu. Tarkoitus ei tietenkään ole tarkoituksella suunnitella epätarkasti. Kun pystytään järkevästi mallintamaan tarkasti, kannattaa niin myös tehdä. Siinä tapauksessa, kun ei kuitenkaan pystytä mallintamista tekemään tarkasti, ei sitä kannata tehdä liian yksityiskohtaisesti. Ketään ei kuitenkaan hyödytä, vaikka mallinnus olisi tehty todella tarkasti, yksityiskohtaisesti, jos se ei kuitenkaan pidä paikkaansa. Kannattaa siis hyväksyä, ettei tietomalli vastaa täysin todellisuutta. Rakennesuunnittelun osalta tämä koskee vanhojen rakenteiden mallintamista. Asia liittyy myös muihin osapuoliin ja esimerkiksi talotekniikan osalta se liittyy verkostomallinnuksen tarkkuuteen vanhassa rakennuksessa.

Tietyissä tilanteissa joudutaan kuitenkin tekemään mallintaminen hyvinkin tarkkaan ja silloin ei pystytä käyttämään epätarkempaa mallinnustarkkuutta. Silloin on syytä pyrkiä siihen, että vältetään ylimääräisen työn tekemistä. Mallintaminen pitää kuitenkin tehdä todella tarkasti ja myös muokkaaminen myöhemmin voi olla työlästä. Mallintamisen tekemiseen vaaditaan siis huomattavia työpanoksia. Piirustus pohjaisessa suunnittelussa voidaan asiat tehdä huomattavasti epätarkemmin ja myöhemmin voidaan suhteellisen helposti vain tarkentaa asioita. Mallintamisen kohdalla taas tilanne on se, että

suunnitelmien tarkentuessa joudutaan tekemään asioita uudestaan ja todennäköisesti osa työstä on ollut turhaa työtä. Tämä liittyy yhtä lailla uudisrakentamiseenkin, mutta korjausrakentamisessa se on vielä enemmän esillä. Kannattaa siis huolehtia, että ennen yksityiskohtaiseen suunnitteluun siirtymistä on vanhat rakenteet riittävän tarkasti selvillä ja todella tiedetään, mitä ollaan tekemässä.

Mallintaminen on todella ongelmallista siinä tilanteessa, ettei todellakaan tiedetä, minkälaiset rakenteet rakennuksessa on. Tällainen tilanne on etenkin siinä tilanteessa, että kyseessä on todella vanha rakennus. Silloin eivät vanhat piirustukset välttämättä ole riittävän yksityiskohtaiset. Ainoana vaihtoehtona rakenteiden selvittämiseksi on rakennearvojen käyttäminen, jotta rakenteet saadaan selville. Mikäli rakenteet avataan vasta rakentamisen alkaessa, joudutaan suunnittelussa etenemään samaa tahtia rakentamisen kanssa. Silloin mallintamisesta saatavat hyödyt ovat vähäiset. Tällöin tuskin edes pystytään hyödyntämään esivalmistettuja rakennusosia ja ei myöskään pystytä kunnolla eri suunnittelijoiden kanssa tekemään suunnitelmien yhteensovittamista. Jos siis mallintamista todella halutaan käyttää, pitää lähtötiedot olla paremmin selvitettyinä. Mallintamisen käyttämisestä saatavat hyödyt ovat siis vähintäänkin kyseenalaisia, mikäli suunnittelun pitää edetä samaa tahtia rakentamisen kanssa. Asiaa olisi kuitenkin hyvä tutkia enemmän. Vielä tämän päättelyketjun perusteella ei lopullista ratkaisua kannata tehdä.

Tietomallintamiseen liittyy keskeisesti myös osapuolien välinen yhteistyö. Yhteistyöhön liittyy vielä yleisesti ongelmia. Vielä ei osata riittävän tarkasti määrittää hankkeen pelisääntöjä ja lisäksi tietomallintamista kohtaan on muutosvastarintaa. Hankkeen aikana on tarkasti sovittava siitä, mitä oman tietomallin pitää sisältää ja mitä muiden osapuolien tietomallien on sisällettävä. Ilman riittävän tarkkoja määrittämiä voi yhteistyö olla todella hankalaa. Yhteistyön kannalta jokaisen osapuolen pitäisi tarkkaan miettiä, miten oma mallintaminen sopii kokonaisuuteen. Yhteistyöhön on siis kiinnitettävä tietomallintamisen takia erityistä huomiota. Tosin rakennushankkeen yhteistyön parantamisessa on kyse suuremmista asioista kuin pelkästä mallintamisesta. Yhteistyön parantamisessa on kyse toimintatapojen parantamisesta, mutta siinä tietomallintaminen kuitenkin voi auttaa. Tietomallintamisessa ja suunnittelussa yleensä pitäisi pyrkiä tekemään järkevästi yhteistyötä. Ei kannata pitäytyä vanhoissa käytännöissä vaan pitäisi paremmin miettiä osapuolien tehtäviä, jotta asiat saataisiin tehtyä kokonaisuuden kannalta järkevästi.

Kokonaisuutta pitäisi miettiä myös tietomallien tietosisällöissä. Tietomalleja ei ole tarkoitus tehdä pelkästään rakentamista varten vaan niitä pitäisi ylläpitää myös rakennuksen valmistumisen jälkeen. Tietomalleihin on sinänsä helppo lisätä asioita, mutta niitä pitää myös ylläpitää rakennuksen valmistuttua. Rakennukseen tulleet muutokset pitäisi siirtää myös tietomalleihin. Tietomallien kohdalla on siis mietittävä myös tiedonhallintaa. Ei ole järkevää tehdä liian yksityiskohtaista tietomallia vaan tietomalleja ja niissä olevaa tietoa pitää myös pystyä ylläpitämään. On nimittäin muistettava, että korjaustoimenpiteitä tulee todennäköisesti myös myöhemmin riippumatta siitä, onko kyseessä sitten uudis- vai korjausrakentamiskohde.

Yhteenvetona voisi todeta, että tietomallinnus luo hienoja mahdollisuuksia. Kuitenkin loppujen lopuksi kyse on hienosta työkalusta ja tietomallintamisen käytön pitää olla tarkoituksenmukaista. Toisaalta suunnittelussa pitäisi vähitellen siirtyä eteenpäin ja pitäisi alkaa käyttämään asianmukaisia menetelmiä. Ei ole järkevää vain pitäytyä piirtämisessä vaan myös tällöin miettiä parempia, tehokkaampia, keinoja tehdä suunnittelua. Tietysti edelleenkin joissakin tapauksissa piirtäminen on paras tapa, mutta ei kuitenkaan aina.

Lopuksi voisi todeta jatkotutkimusehdotuksena, että olisi hyvä suorittaa tietomallintamisen käyttämisestä korjausrakentamiseen tapaustutkimus. Tämä diplomityö käsitteli kuitenkin asioita niin yleisellä tasolla, ettei käytännön soveltuvuutta pystytä kunnolla arvioimaan. Tapaustutkimuksessa sen sijaan pystyttäisiin asioita tutkimaan huomattavasti yksityiskohtaisemmin. Monet tietomallintamisen ongelmat myös liittyvät vielä osaamattomuuteen. Siinä vaiheessa, kun projektissa on osaava suunnittelijatiimi, pystytään paremmin tutkimaan niin tietomallintamisen tuomia etuja kuin ongelmia ja haasteitakin. Välttämättä ei myöskään ole järkevää keskittyä pelkästään yhteen suunnitteluun vaan tutkia asiaa enemmän kokonaisuutena. Lisäksi diplomityön aikana kävi ilmi, että rakennuksen kuntoon liittyvissä tutkimuksissa mahdollisesti kannattaisi käyttää tietomallintamista. Asia vaatii kuitenkin lisätutkimuksia, sillä mitään käytännön kokemuksia ei asiaan liittynyt. Suoraan ei myöskään pystytä sanomaan, soveltuuko tietomallintaminen asiaan lainkaan.

LÄHTEET

Building Smart Finland. 2013. Standardit. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.3.2013]. Saatavissa: <http://buildingsmart.fi/5>

Davidsson, Aki. 2012. Arkkitehti SAFA, Arkkitehdit Davidsson Tarkela Oy. Helsinki. Haastattelu 18.12.2012.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. 2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owner, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. 638 p.

Haavisto, I. 2012. Tietomallintamisen vaikutus rakennushankkeen kulkuun. Kandidaatintyö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. 31 s.

Hellsten, J. 2012. Helsingin kantakaupunki tiivistyy hitaasti. Rakennuslehti 45, 2. s. 10–11.

Henttinen, T. 2012a. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus. [Viitattu 9.1.2013] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytyv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

Henttinen, T. 2012b. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. [Viitattu 14.1.2013] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytyv2012_osa_3_ark.pdf

Hietanen, J. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu: Filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista. Helsinki. Rakennustieto. 95 s.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki. Helsinki University Press. 213 s.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15.–16. painos. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 464 s.

Järvinen, Tero. 2013. Tietomallipäällikkö, Granlund Oy. Helsinki. Haastattelu 18.1.2013.

Järvinen, T., Laine, T. Kaleva, K. & Heljomaa, K. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu. [Viitattu 14.1.2013] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_4_tate.pdf

Karjalainen, Auli. Arkkitehti SAFA, Johtava asiantuntija, Senaatti-kiinteistöt. Helsinki. Haastattelu 1.3.2013.

Karjula, J. & Mäkelä, E. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. [Viitattu 11.1.2013] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf

Kautto, T. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu. [Viitattu 14.1.2013] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_5_rak.pdf

Kiinteistöliiketoiminnan sanasto [verkkodokumentti]. 2012 [viitattu 29.11.2012]. 2. laitos. Helsinki. RAKLI ry. 61 s. Saatavissa: <http://www.rakli.fi/attachements/2012-11-01T11-08-4261.pdf>

Korjausrakentamisen strategia 2007–2017. Linjauksia olemassa olevan rakennuskannan ylläpitoon ja korjaamiseen. 2007. Ympäristöministeriön raportteja 28/2007. 48 s.

Kulusjärvi, H. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus. [Viitattu 11.1.2013] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf

L 22.12.2009/1599. Asunto-osakeyhtiölaki.

Laine, Enni. 2013. Työmaainsinööri, Fira Oy. Vantaa. Haastattelu 1.2.2013.

Mannila, M. 2012. Tietomallinnusta kaivataan myös rakennusten ylläpitoon. Rakennuslehti 46, 39. s. 4.

Myyryläinen, L. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. Helsinki. Kiinteistöalan kustannus Oy. 205 s.

Nissinen, Hannu. 2013. Toimitusjohtaja, Aaro Kohonen Oy. Espoo. Haastattelu 30.1.2013.

Pentti, M. 2009. Rakenteiden korjaustekniikka. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, Rakennetekniikka. Luentomoniste.

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006a. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Yleiset periaatteet. Helsinki. Rakennustieto Oy. 64 s.

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006b. Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Helsinki. Rakennustieto Oy. 96 s.

Rajala, M. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. [Viitattu 16.1.2013] Saatavissa:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytyv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf

RAK 12. 2011. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo. Lausuntoversio. Ehdotus 11.10.2011. Uusin päivitys 12.4.2012. 16 s. [Viitattu 10.12.2012] Saatavissa:
<http://www.rakli.fi/attachements/2011-10-26T10-33-4766.pdf>

Rakennusteollisuus RT. 2012. Rakennusteollisuus RT:n suhdannekatsaus / lokakuu 2012. Rakennusteollisuus RT. 8 s. Saatavissa:
<http://www.rakennusteollisuus.fi/download.aspx?intFileID=3201&intLinkedFromObjectID=9288>

Roine, Arto. 2013. DI, Rakennesuunnittelija, Vahanen Oy. Espoo. Haastattelu 29.1.2013.

RT 18-11059. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje. Rakennustietosäätiö. 18 s.

RT 88-11047. 2011. Hissin rakentaminen käytössä olevaan rakennukseen. Rakennustietosäätiö. 14 s.

Sundvall, Hannu. 2013. Projektipäällikkö, Wise Group Finland Oy. Haastattelu 23.1.2013.

SVT. 2011a. Suomen virallinen tilasto: Rakennukset ja kesämökit [verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 27.11.2012]. Saantitapa:
http://tilastokeskus.fi/til/rakke/2011/rakke_2011_2012-05-25_tie_001_fi.html

SVT. 2011b. Suomen virallinen tilasto: Korjausrakentaminen [verkkojulkaisu]. asuntoyhteisöjen korjaukset. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 3.12.2012]. Saantitapa:
http://www.tilastokeskus.fi/til/kora/2011/01/kora_2011_01_2012-09-14_fi.pdf

LIITE 1: KYSELY

Kysely tietomallintamisen hyödyntämisestä korjausrakentamisen rakennesuunnitteluun

Kysymykset käsitellään luottamuksella eikä diplomityössä vastaajan nimeä ja vastauksia yhdistetä toisiinsa.

Päivämäärä:

Yritys:

Vastaajan nimi:

Sähköposti:

Puhelinnumero:

1. Käyttääkö yrityksenne tietomallintamista uudis- tai korjauskohteiden rakennesuunnittelussa?

☐ Kyllä

☐ Ei

Jos vastasit kyllä, niin kuinka monessa prosentissa yrityksenne kohteista tietomallintamista käytetään?

☐ 0–20 %

☐ 20–40 %

☐ 40–60 %

☐ 60–80 %

☐ Yli 80 %

Kommentit:

2. Mitä ohjelmaa (tai ohjelmia) käytätte tietomallintamiseen?

☐ Tekla Structures

☐ Autodesk Revit Structure

☐ Bentley Structural

☐ Muu, mikä?

3. Minkälaisia kohteita olette suunnitelleet tietomallintamalla?

4. Teettekö suunnittelun pääasiassa tietomallintamalla vai tietomallinnatkeko ainoastaan jonkin tietyn asian tai vaiheen?

5. Tietomallintamisen edut ja haitat yleisesti

A. Mitä etuja tietomallintamisessa on?

B. Mitä ongelmia tai haittoja tietomallintamisessa on?

6. Oletteko käyttäneet tietomallintamista korjausrakentamiseen?

☐ Kyllä

☐ Ei

Jos vastasit kyllä, kuinka suuri osa kaikesta yrityksenne tekemästänne mallintamisesta kohdistuu korjausrakentamiseen?

☐ 0–20 %

☐ 20–40 %

☐ 40–60 %

☐ 60–80 %

☐ Yli 80 %

Kommentit:

7. Jos olette käyttäneet tietomallintamista korjausrakentamiseen, ...

A. Minkälaisia korjausrakentamiskohteita olette suunnitelleet mallintamalla?

B. Mitä olette kohteessa/kohteissa mallintaneet?

C. Mitä hyötyä olette tietomallintamisella pyrkineet saavuttamaan ja kuinka nämä tavoitteet ovat täyttyneet?

D. Kannattaako tietomallintamista mielestäsi käyttää korjausrakentamisessa?

☐ Kyllä

☐ Ei

☐ En osaa sanoa

Kommentit:

8. Jos ette ole käyttäneet tietomallintamista korjausrakentamiseen,...

A. Minkä takia ette ole käyttäneet?

B. Milloin mielestänne tietomallintamista kannattaa käyttää korjausrakentamisen rakennesuunnitteluun vai kannattaako sitä käyttää ollenkaan?

9. Tietomallintamisen edut ja haitat korjausrakentamisessa

A. Mitä etuja on tietomallintamisen hyödyntämisessä korjausrakentamisen rakennesuunnitteluun?

B. Mitä ongelmia tai haittoja on tietomallintamisen hyödyntämisessä korjausrakentamisen rakennesuunnitteluun?

10. Helpottaako tietomallintaminen rakennesuunnittelua itsessään vai edellyttääkö sen hyödyntäminen myös muiden suunnittelijoiden tietomallintamista?

11. Integroidut tietomallipohjaiset suunnitteluprojektit

(Ns. integroiduissa tietomallipohjaisissa suunnitteluprojekteissa kaikki, tai lähes kaikki, suunnittelu tehdään tietomallipohjaisesti ja muiden tekemiä tietomalleja hyödynnetään suunnittelussa. Lisäksi mallinnettaessa otetaan huomioon myös muiden tarpeet.)

A. Oletteko olleet mukana ns. integroidussa tietomallipohjaisessa suunnitteluprojektissa, jossa malleja on hyödynnetty muiden suunnittelijoiden toimesta?

☐ Kyllä

☐ Ei

Kommentit:

B. Kuinka monessa integroidussa tietomallipohjaisessa suunnitteluprojektissa olette olleet mukana?

Lukumäärä:

Kommentit:

C. Mitkä ovat olleet näiden projektien ongelmat ja haasteet?

D. Mitkä ovat edut verrattuna tyypilliseen tietomallipohjaiseen suunnitteluprojektiin?

E. Oletteko olleet mukana korjausrakentamisprojektissa, jossa on käytetty ns. integroitua tietomallipohjaista suunnittelua?

☐ Kyllä

☐ Ei

Kommentit:

F. Jos olette olleet mukana, onko korjausrakentamisprojekteissa ollut jotain erityispiirteitä?

12. Nopeuttaako tietomallintaminen suunnittelua?

A. Uudisrakentamisessa

☐ Kyllä

☐ Ei

☐ En osaa sanoa

Kommentit:

B. Korjausrakentamisessa

☐ Kyllä

☐ Ei

☐ En osaa sanoa

Kommentit:

13. Ovatko tietomallintamisen hyödyt niin merkittävät, ettei pidempi suunnitteluajakaan haittaisi?

A. Uudisrakentamisessa

☐ Kyllä

☐ Ei

☐ En osaa sanoa

Kommentit:

B. Korjausrakentamisessa

☐ Kyllä

☐ Ei

☐ En osaa sanoa

Kommentit:

14. Vanhojen rakenteiden sijainnit

**A. Onko käytössänne ollut kohteesta tehty inventointimalli ja kenenkä toimesta se on tehnyt? (Inventointimalli on olemassa olevan tilanteen tietomalli eli yleensä vanhas-
ta rakennuksesta tehty tietomalli)**

B. Minkä pohjalta inventointimalli on tehty?

- ☐ Laserkeilauksen
- ☐ Takymetrimittausten
- ☐ Vanhojen piirustusten pohjalta
- ☐ Muun, minkä?

Kommentit:

C. Jos käytössänne ei ole ollut inventointimallia, kuinka olette määrittäneet vanhojen rakenteiden sijainnit?

D. Onko inventointimallin, mittausten tms. tarkkuuden kanssa ollut ongelmia?

- ☐ Kyllä. Minkälaisia?
- ☐ Ei

Kommentit:

15. Voinko tarvittaessa tulla lisäksi haastattelemaan aiheesta?

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei
- ☐ Muu, mikä?

16. Vapaa sana

Kiitos vastauksestasi. Palauta kysely alla olevaan sähköpostiosoitteeseen. Voin myös vastata mahdollisiin lisäkysymyksiin.

Ilkka Haavisto
ilkka.haavisto@tut.fi